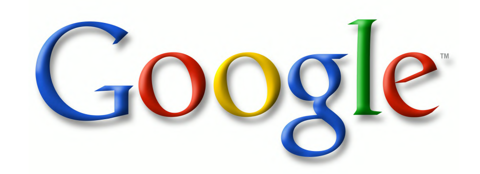
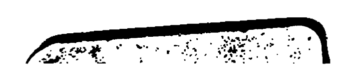



NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 06908169 7



INSTITUTIONS GÉOLOGIQUES

PAR

SCIPION BREISLAK

Inspecteur des poudres et salpêtres, Membre de l'Institut impérial et royal de Lombardie, de l'Académie royale des sciences de Turin, de l'Académie italienne des sciences et lettres, de la Societé géologique de Londres et de celles de minéralogíe d'Iéna, des Scrutateurs de la nature de Berlin, des Naturalistes de Genève, de la Wetteravie, etc.

Traduites du manuscrit italien en français

PAR

P. J. L. CAMPMAS.

Trois volumes avec un atlas de 56 planches.

TOME SECOND.

MILAN

A L'IMPRIMERIE IMPÉRIALE ET ROYALE

1818.

INSTITUTIONS GÉOLOGIQUES.

LIVRE IV.

DES SUBSTANCES PIERREUSES QUI SE SONT CONSOLIDÉES AVEC LA COOPÉRATION DE L'EAU.

CHAPITRE XLVII.

Constitution physique de la mer primitive.

§ 290. Jusqu'à présent nous avons traité de ces roches dont la production paroît ne devoir être attribuée qu'à l'action du feu, et qui de l'état de fluidité ignée, ont passé à celui de solidité à mesure qu'elles se sont refroidies: il est temps maintenant de parler de celles qui doivent leur existence à la coopération de l'eau. Nous sommes donc parvenus au point de la coalition des deux systèmes, savoir, de l'eau et du feu; ici commence un nouvel ordre de choses dans lequel la nature s'est embellie par degrés à proportion que l'organisation animale et végétale s'est développée. Au milieu de la combustion générale, pouvait seulement avoir lieu la production de ces substances pierreuses, qui, privées de toute empreinte de corps organiques,

démontrent qu'à l'époque de leur formation l'état du globe était contraire à toute vitalité. On conçoit que l'attraction modifiée par la polarité, était capable de disposer les parties les plus subtiles de la matière en solides réguliers; mais ces combinaisons étaient incompatibles avec la vitalité à laquelle il paroît que le principe aqueux est absolument nécessaire. Nous discuterons bientôt cet article dans un plus grand détail; fixons maintenant toute notre attention sur l'état du globe.

§ 291. Lorsque la superficie de notre planète se fut consolidée et refroidie jusqu'à un certain degré, elle dut être irrégulière et présenter beaucoup d'élévations, de vallées et d'enfoncemens. Ces irrégularités avaient été produites par le développement des gaz et des vapeurs, et par la retraite des couches dans lesquelles le refroidissement, en se propageant successivement, avait occasionné la consolidation comme nous l'avons déjà dit. En outre, les substances les plus voisines de la superficie, devaient être plus légères, plus poreuses, et par conséquent plus faciles à être triturées et pulvérisées. Nous en avons un exemple dans les courans de lave dont la superficie est couverte de scories et de parties détachées et incohérentes, effet de l'immense quantité de bulles gazeuses qui viennent se rompre à la sommité. Si un torrent impétueux de gaz continué pendant quelque temps, s'ouvre un chemin au

milieu d'une masse molle, et vient à dégorger à la superficie, il en déchirera les parties et formera un vide dans la direction de son passage. La matière qui occupait cet endroit, sera soulevée et renversée sur celle qui en formait les parois; et si dans un certain espace de temps ces masses de matière viennent à se refroidir, il y aura des parties élevées et d'autres déprimées. Mais si au lieu de former un jet continu, le gaz s'élève en forme de bulles, qui viennent se rompre à la superficie, on aura le même effet répété en petit et sur divers points. Alors les parties de la superficie seront scorifiées, boursouflées, poreuses et légères. Il est très-probable que tout cela est arrivé en grand dans le globe terrestre, et que sa superficie est restée couverte d'une immense quantité de matières poreuses et légères, résidu de la première consolidation. Ces matières devaient être de la même nature que les parties consolidées, c'est-à-dire qu'elles devaient contenir les mêmes principes élémentaires soit terreux, soit métalliques; elles n'étaient pas unies en solides cristallisés, parce qu'elles formaient des masses poreuses et étaient en manière de scories; elles pouvaient cependant contenir ces cristallisations régulières qui n'avaient pas été enveloppées dans la consolidation des roches et qui avaient été transportées à la superficie par le passage des vapeurs et des gaz. C'est ainsi

qu'on voit sortir quelquefois des bouches des volcans, de copieux grêlons de pyroxènes et d'amphigènes qu'on trouve ensuite parmi les cendres. Enfin le grain de ces matières pouvait être cristallin comme on le voit dans les pierres ponces et dans les autres scories des volcans.

§ 292. Aussi long-temps qu'il y eut dans le globe une très-grande quantité de calorique, l'eau engendrée par la combinaison de l'oxigène avec l'hydrogène, resta dans l'état de vapeur mêlée avec les autres gaz qui composaient l'atmosphère: mais lorsque ce refroidissement de la superficie fut parvenu au point que l'eau n'était plus réduite en vapeur, elle commença à se précipiter de l'atmosphère et à remplir les cavités de la superficie terrestre; et si leur capacité n'eût pas suffi pour en contenir toute la masse, elle aurait formé une couche autour du globe. Dans ce cas, la terre eût été environnée de deux couches fluides; la première plus pesante et plus dense, une couche d'eau ou bien la mer; la seconde, une couche de fluides aériformes. Du reste, il semble très-probable que les enfoncemens de la superficie terrestre furent suffisans pour contenir toute la masse des eaux, et que par conséquent il y eut plusieurs points de cette superficie qui se trouvèrent élevés au-dessus de la mer primitive. Nous aurons occasion dans la suite de parler du lit de cette mer; examinons maintenant quelle pouvait être sa nature.

§ 293. Il semble que la mer primitive dût être très-différente de la mer actuelle; 1.° à cause de la chaleur dont ses eaux étaient animées: car la température superficielle du globe, bien que diminuée au point que l'eau n'était plus réduite en vapeurs, était pourtant encore élevée à ce haut degré qui peut se concilier avec l'état fluide et non vaporeux de cette eau; et cette intensité de chaleur résultait de la partie la plus interne du globe encore fluide (Voy. § 150 et suiv.); 2.° à cause des principes chimiques qui y étaient dissous: pendant que la consolidation du globe s'opérait, le calorique se combinait avec les bases solides des principes chimiques, et s'associait à leurs combinaisons. Les produits qui, à ce degré de température, étaient susceptibles de prendre la forme gazeuse, se séparaient de la masse terrestre et allaient se mêler à l'atmosphère; et comme parmi les substances qui sont susceptibles de recevoir la forme élastique, il y en a beaucoup de solubles dans l'eau, quand celle-ci abandonnant la forme vaporeuse, se sépara de l'atmosphère, elle dut transporter avec elle toutes les substances chimiques qui pouvaient être dissoutes; 3.° à cause du mouvement violent et continu de sa masse. En effet, si dans le cours actuellement régulier des choses, la mer est quelquefois sujette à de fortes commotions produites par des causes perturbatrices accidentelles,

ces combinaisons devaient être bien plus fréquentes dans les premières périodes de son existence, lorsqu'une grande partie de ses élémens étaient encore en mouvement; que ses eaux étaient animées par une chaleur intense; que le développement des gaz n'avait pas cessé à son fond, et que l'atmosphère troublée par l'électricité, agitée par les vents et par le mouvement de toutes ces substances qui se séparaient d'elle ou se formaient dans son sein, communiquait ses propres agitations à la masse des eaux. De ce mouvement violent de la mer primitive, devaient résulter deux principaux effets : d'abord une très-grande trituration des parties fragiles de la superficie terrestre; ensuite de grandes et irrégulières accumulations de matières. Il était difficile qu'au milieu de ce mouvement, des précipitations régulières eussent lieu; et peut-être est-ce à cause de cela, que les premières roches qui se formèrent avec le concours de l'eau, paroissent rarement stratifiées : telles sont celles qu'on appelle de transition, et dont nous parlerons bientôt. Les eaux de cette mer primitive encore bouillantes et animées par tant de principes chimiques, pouvaient dissoudre ou du moins tenir suspendues beaucoup de terres qui, ensuite se précipitant, se consolidèrent en couches sous la compression de la masse des eaux, et par l'effet de la chaleur qui existait encore dans l'intérieur de la masse terrestre.

§ 294. Il me semble qu'en géologie, on peut commencer à parler du fluide aqueux à l'époque des formations dites de transition et secondaires, puisqu'alors il est facile de concevoir, 1.° que la chaleur du globe et la présence de la majeure partie des principes chimiques étaient capables de donner à l'eau de la mer primitive, la force de tenir ou dissoutes ou du moins suspendues beaucoup de terres qui sont insolubles dans l'eau lorsque celle-ci est dans son état naturel; 2.° que la masse d'eau existante dans la nature était proportionnée à cet effet, en le restreignant aux terres restantes après la première consolidation, et qui ont produit les roches des formations postérieures à la primitive, dont la superficie du globe est recouverte en quelques points; 3.° que ces terres dûrent se séparer du fluide à mesure que la température de celui-ci diminuait, et que les principes chimiques se combinaient avec elles, c'est-à-dire, à mesure que les acides carbonique, phosphorique, fluorique, sulfurique entraient en combinaison avec les terres et avec les métaux; 4.° que les caractères et les degrés de la cristallisation devaient s'affoiblir et s'effacer progressivement, parce que la température de la mer venant à décroître, et la quantité des principes chimiques diminuant d'autant, les solutions des terres étaient beaucoup moins parfaites, question que nous examinerons plus particulièrement dans

le chapitre suivant. Tous les naturalistes qui ont voulu soutenir le système des dissolutions et des précipitations, ont dû reconnoître l'insuffisance de l'eau pure, pour rendre raison de la solution de la matière terrestre. De là, quelques-uns ont eu recours à la chaleur, d'autres aux acides, etc. Mais quelle origine pourra-t-on assigner à ces principes? Comment concevoir leur présence dans l'eau? En réfléchissant à ce qui a été dit dans les §.es 97 et 150, on trouvera des moyens probables pour expliquer ces mystères: et pour rendre raison des précipitations subséquentes, puisqu'il faut encore (Voy. § 29) s'occuper de cet objet, on peut avoir recours à la diminution de la chaleur, de la manière que nous l'avons exposé dans les §.es 150 et 151. En effet, il y a lieu de conjecturer qu'à mesure que la température de la mer primitive diminua, il dut s'opérer encore beaucoup de précipitations, et que plusieurs substances se séparèrent du fluide. En excluant dans la formation des roches dites primitives et qui probablement constituent la majeure partie de notre planète, l'influence de l'eau, il nous sera facile d'expliquer d'après les principes que nous avons établis, comment par le concours de l'eau, ont pu se former les autres roches dans lesquelles on remarque très-bien la coopération de ce fluide.

CHAPITRE XLVIII.

De la diminution progressive de la force cristallifique dans la formation des roches.

§ 295. La force de cristallisation qui se fait remarquer d'une manière si particulière dans les roches primitives, paroît diminuer successivement dans celles qui ont été produites à une époque postérieure, ainsi que le démontrent leurs gisemens relatifs. Mais que signifie cette diminution d'énergie de la force cristallisante? Pourquoi la polarité cristallifique de la matière était-elle moindre dans la formation des roches plus récentes, que dans celle des granits? Les forces de la nature sont toujours les mêmes: l'imagination du poète pourra bien représenter cette mère commune sous les attributs de la jeunesse ou de la caducité; mais le philosophe ne voit en elle, qu'un ordre de choses immuable et éternel, dans lequel les combinaisons peuvent varier à l'infini, tandis que les causes qui les produisent sont toujours les mêmes, bien qu'elles se modifient réciproquement, et qu'elles se présentent sous divers aspects. Si dans le granit, la force cristallisante se montre dans sa plus grande intensité, cela prouve que la matière était alors

dans l'état le plus propre pour en recevoir l'impression : si au contraire dans les roches d'une formation postérieure, la même force paroît diminuée, cela indique naturellement que durant le cours de cette période, la matière n'était plus dans un état de parfaite liberté, et que par conséquent l'effet de la cristallisation doit être moins sensible. Ce plus ou moins d'aptitude de la matière à se cristalliser, je le déduis de son plus ou moins de fluidité qui était très-grande dans la première période, et devint successivement moindre à mesure que la matière calorifique se sépara de la masse terrestre. A un degré très-intense de chaleur, correspondait une très-grande fluidité, et celle-ci communiquant aux molécules, une mobilité plus parfaite, leur donnait plus de facilité à s'unir selon l'impulsion de la force cristallisante.

§ 296. Le savant géologue De Buch dans une lettre écrite aux compilateurs de la Bibliothèque britannique, et insérée dans le 15.e volume, dit qu'il y a une progression admirable depuis la parfaite cristallisation du granit, jusqu'aux grès et aux charbons fossiles. Toutes les roches intermédiaires se lient les unes aux autres par des passages souvent imperceptibles, et il suffit d'observer l'état de cristallisation d'une roche, pour pouvoir indiquer le rang qu'elle doit occuper dans l'ordre d'ancienneté des substances

pierreuses. Quelques résidus organiques de la formation de transition ainsi qu'un grand nombre de la formation secondaire ne nous laissent aucun doute sur la nature de l'agent qui a donné aux molécules, leur mobilité, avant la nouvelle combinaison. Le même agent a donc dû exercer son influence dans la formation du granit, puisque nous ne le perdons plus de vue en partant de ce point, et que nous le voyons toujours comparoître sous quelque modification.

§ 297. Quelque belle et ingénieuse que soit l'idée de De Buch sur la manière de considérer les roches connexes entr'elles et passant les unes aux autres par des modifications presque insensibles, je ne puis être d'accord avec lui touchant la conséquence qu'il en déduit relativement au granit dont il attribue l'origine à l'eau, quoiqu'il ne s'explique pas clairement sur ce point. Le granit pourra être le premier anneau de la chaîne qu'on a imaginée, liant ensemble les roches; et du granit ainsi que des autres roches primitives, nous pourrons passer, si nous le voulons, par des gradations insensibles aux roches de transition et secondaires, quoique dans la formation de celles dites primitives, l'action de l'eau fluide n'ait nullement influé; et il ne me paroît pas que cette diversité d'action doive nécessairement interrompre la série qu'on voudrait établir. Désirant d'assigner une raison plausible à

cette doctrine du passage d'une roche à une autre, et à cette chaîne de substances pierreuses peut-être bien plutôt créée par notre imagination, qu'indiquée par la nature, il me semble que nous pouvons considérer les degrés de la cristallisation comme l'a fait De Buch, mais en fondant nos raisonnemens sur d'autres principes. Si la cristallisation est à son plus haut degré d'intensité dans le granit, et si elle s'affoiblit peu à peu dans les autres roches des formations postérieures, cela paroît indiquer que la matière est passée par beaucoup de degrés de susceptibilité de cristallisation, que peu à peu elle est devenue incapable de se cristalliser, et que son plus ou moins d'aptitude à la cristallisation, doit être attribué au plus ou moins de liberté dont elle a joui. A l'époque de la formation granitique, la matière était dissoute par le calorique; elle se trouvait donc dans un état de parfaite liberté, et la cristallisation fut générale et la plus grande: à mesure que le calorique diminuait, la fluidité de la matière décroissait et avec elle son aptitude à la cristallisation.

§ 298. Du reste, dans la même période des formations primitives, période à laquelle la matière terrestre, vu sa fluidité ignée, jouissait d'un état plus libre et plus propre à la cristallisation, si dans quelque lieu, par l'influence de circonstances particulières, comme la compression,

le resserrement, la soustraction subite du calorique, etc., son état de liberté venait à diminuer, il en résultait des formations de roches non cristallisées : comme au contraire, si aux époques des formations postérieures, où les roches cristallisées ne se montraient plus, parce qu'en général la matière terrestre ne jouissait pas du degré de fluidité nécessaire, si, dis-je, dans quelque lieu, un courant extraordinaire de calorique ou le concours de quelqu'autre cause communiquait à une masse de matière, le degré de fluidité convenable, les formes de la cristallisation ne tardaient pas à se reproduire dans ce lieu. D'après ce principe, on peut, ce semble, rendre raison de ces phénomènes qui, en géologie, offrent quelquefois de si grandes difficultés, et de ces observations faites depuis peu de temps, et qui paroissent être directement opposées aux idées reçues sur la position des roches primitives. Dans quelques parties du globe, au milieu de ces roches, on a trouvé des couches sablonneuses ou des pierres qui semblent composées de fragmens de roches plus anciennes. Entre Airolo et l'Hospice du S.t Gothard, c'est-à-dire, dans une contrée primitive, Saussure a vu une roche formée d'une pâte aréneuse et granulaire qui renferme des amphiboles et des grenats, substances encore elles-mêmes caractéristiques de la formation primitive. Dans le voyage de Mawe

dans l'intérieur du Brésil (1), il est fait mention d'une arénaire qui alterne avec des couches de schiste micacé; et souvent même au milieu des granits, dans les périodes des formations cristallisées, on trouve des couches subordonnées de roches dans lesquelles on ne distingue aucune trace de cristallisation. On peut donc admettre sans difficulté, que pendant qu'en général les roches primitives de ces parties de la superficie terrestre, se cristallisaient par l'effet du refroidissement, la cristallisation ne put s'opérer dans quelque lieu à cause des obstacles qu'elle rencontra, en sorte qu'il en résulta une masse granulaire. Les vapeurs aqueuses dont nous avons parlé au § 96, unies à quelque principe chimique

(1) Je ne saurais dire si l'arénaire du Brésil dont parle Mawe et qui alterne avec les schistes micacés, est la même que celle qui est connue des lithologues sous le nom de grès *élastique*, ou *flexible*, ou *pliant* du Brésil. Si cela était, l'opinion de Daubuisson qui regarde le grès flexible du Brésil comme un schiste micacé dans lequel le mica a disparu presqu'entièrement, serait confirmée, et cette substance devrait être considérée comme une roche primitive, composée de grains de quartz engrenés les uns dans les autres et réunis par une foible agrégation, d'où dépend ce petit degré de flexibilité qu'on observe dans cette pierre lorsqu'elle est taillée en plaques assez minces, flexibilité qui est encore commune à quelques marbres calcaires dans lesquels la cohésion des parties a été affoiblie par quelque combinaison naturelle, ou même artificielle. Klaproth ayant fait l'analyse du grès du Brésil, n'y a trouvé que de la silice et une très-petite dose d'alumine et d'oxide de fer provenant du mica.

Voy. § 97), pouvaient contribuer à rassembler ces sables, et à leur donner une forme d'agrégation. Au contraire nous avons rapporté au § 201, les observations faites par De Buch, en Norvège, où il vit la siénite et le granit superposés au calçaire coquillier, ainsi que celles de Brongniart, de Hausman, de Raumer et de Bonnard, desquelles il résulte qu'en quelques lieux le granit est superposé à des roches non-cristallisées ou intercalé dans ces roches. Je soupçonne fortement comme je l'ai déjà dit, que quelques-unes de ces roches sont volcaniques; et toutes les fois que j'entends parler de roches cristallisées superposées à des terrains de formation récente, je me rappelle de cette fameuse roche de Borghetto dont j'aurai occasion de parler ailleurs, et qui est remplie de substances cristallisées, repose sur un terrain d'alluvion, et n'est autre chose qu'un courant de lave. Mais si l'on ne veut point accorder cette origine aux roches dont il est ici question, il est facile d'expliquer leur formation de la manière que je l'ai dit, c'est-à-dire, en recourant à la force de cristallisation dont l'influence est redevenue active toutes les fois que la matière s'est trouvée avoir le degré de fluidité nécessaire. Cette fluidité qui suffisait à la cristallisation, et qui dans la première période résultait de la seule chaleur, mais intense, pouvait se reproduire quelquefois dans

les époques postérieures par un moindre degré de chaleur, néanmoins avec le concours de l'eau et des principes chimiques. La combinaison de ces circonstances est devenue d'autant plus difficile qu'on s'éloigne de la formation primitive, parce que l'état du globe s'est toujours plus rapproché de l'état actuel, et que la fluidité de la matière terrestre a diminué de plus en plus. Il suit de là que ces roches cristallisées qui, par leur position doivent être exclues de la classe des primitives auxquelles elles ressemblent par la structure cristallisée, se trouvent unies aux roches intermédiaires et secondaires plus anciennes. La cristallisation de la matière, en supposant le concours des conditions nécessaires (Voy. chap. IV), dépend de sa fluidité, et aussi long-temps que celle-ci dure ou toutes les fois qu'elle se reproduit, la matière peut se consolider en se cristallisant.

§ 299. De Buch ayant parcouru les pays les plus septentrionaux de l'Europe, et poussé ses recherches jusques près du Cap-Nord, a pensé que la force de cristallisation au voisinage des pôles, a duré plus long-temps que dans les parties équatoriales du globe (Voy. son *Mémoire sur le gabbro dans le Magasin des curieux de la nature*, de Berlin 1810, second cahier). Il se fonde spécialement sur les roches granitiques, porphyritiques et siénitiques superposées au

calcaire coquillier en Norvège. Mais ces roches fussent-elles semblables aux vrais granits des montagnes primitives, leur présence ne prouverait point que la force de cristallisation au voisinage des pôles, ait duré plus long-temps; elle indiquerait seulement que cette force s'est reproduite plusieurs fois. Comme dans le calcaire coquillier, il n'y a point de traces de cristallisation, à l'exception de quelques veines spathiques, il convient de dire que cette même force était éteinte à l'époque où ces roches granitiques, siénitiques, etc., se consolidèrent dans les régions polaires : comment donc s'est-elle reproduite de nouveau plus vive et plus intense? Le moyen le plus simple d'expliquer ce phénomène, est de supposer que par la combinaison de quelqu'une des circonstances que nous avons assignées, les précipités qui étaient d'abord mécaniques, devinrent chimiques et susceptibles de cristallisation. Ensuite les observations faites par De Buch en Norvège, ayant été répétées par d'autres naturalistes dans diverses contrées fort éloignées des pôles (Voy. § 201), on n'en peut déduire aucun argument pour prouver qu'il y ait eu quelque rapport entre la diminution de la force de cristallisation et la position géographique des contrées ou les degrés de latitude.

CHAPITRE XLIX.

Premier développement des corps organiques.

§ 300. Lorsqu'on passe en revue les diverses substances pierreuses qui forment la croûte de la terre, il est impossible de n'être pas frappé d'un phénomène qui s'offre aux yeux de l'observateur le plus superficiel, c'est de voir dans quelques-unes de ces substances, des empreintes d'animaux et de végétaux, tandis que d'autres pierres en sont constamment privées. On prétend que Lehman a été le premier à signaler la différence importante qui existe dans la nature entre les roches qui contiennent des débris ou des empreintes d'êtres organisés, et celles dans lesquelles on ne découvre aucune de ces productions. Avec quelque soin et avec quelque zèle que les naturalistes qui ont parcouru les diverses parties du globe, aient examiné les substances qui forment la sommité des montagnes les plus élevées, ou celles que l'on rencontre dans les plus grandes profondeurs où l'on a pu pénétrer jusqu'à présent, il n'y a pas d'exemple qu'on ait trouvé des impressions de corps organiques dans les granits proprement dits (Voy. § 200) ou dans

les gneiss ou dans les porphyres, ou généralement dans aucune de ces roches auxquelles on a donné le nom de primitives, non-seulement parce que, vu leur position, elles doivent s'être consolidées avant les autres, mais encore parce que leur formation semble antérieure à tout principe de vie soit animale, soit végétale. Les premières traces de la vitalité s'observent rarement dans les roches dites de transition; ce n'est que dans les roches secondaires, qu'on trouve en abondance, les empreintes des coquillages qui semblent les premiers êtres organiques qui ont peuplé le globe. Si les roches primitives se sont formées par le moyen de dépositions et de cristallisations opérées dans le fluide aqueux, pourquoi les corps organiques n'ont-ils pas commencé à se développer avant l'existence de ces roches ou à la même epoque? Les substances terreuses dont elles sont composées, ne contiennent aucun principe contraire à la vitalité, et si quelquefois il s'y trouve des principes vénéneux, ces principes n'y sont pas généralement répandus. Pourquoi donc les germes des corps organiques n'ont-ils pas commencé à se développer dans la mer primitive, quand ces terres n'en étaient pas encore séparées, ou pendant la période de leur précipitation? Peut-être le fluide qui tenait en dissolution la matière des roches primitives, avait-il des principes non-seulement

différens de ceux qui se trouvent actuellement dans les eaux, mais encore contraires à l'organisation? Ce n'est pas tout; quelle pouvait être la nature de ces principes? Le principe en vertu duquel les roches primitives et leurs parties élémentaires étaient dissoutes et comme suspendues, était-il le même que celui qui est nécessaire à la vitalité, laquelle commença à paroître sur le globe, aussitôt que ce principe resta libre et devint actif, ce qui eut lieu après la précipitation et la déposition des substances pierreuses? Mais c'est ainsi qu'on multiplie les hypothèses et qu'on cumule les mystères, sans rien éclaircir.

§ 301. Saussure s'étant proposé ce problême (Voy. § 606 de ses voyages), ne trouva d'autre solution que celle de dire, que l'antique océan dans lequel se sont formées les montagnes, ne contenait d'abord que des élémens sans vie, que peu à peu les germes des êtres vivans se sont formés ou développés au milieu de ses eaux, et que par des gradations qui embrassent une longue série de siècles, leur nombre s'est accru et peut-être s'accroîtra encore, à peu près comme une infusion pure dans le principe, et dépouillée d'êtres vivans, produit au bout d'un certain temps des animalcules qui sont d'abord en petit nombre, mais dont les espèces se propagent et se multiplient dans une progression régulière

jusqu'à un point déterminé par la nature. Chacun voit l'obscurité de cette réponse qui n'est rien moins que propre à résoudre le problême proposé. Si donc on peut expliquer la formation des roches primitives indépendamment du concours de l'eau, n'est-il pas plus naturel de penser qu'à l'époque de leur consolidation, il existait un tel état de choses, que les corps organiques ne pouvaient pas se développer, et que la constitution physique de notre planète n'admettait aucune de ces organisations animales ou végétales destinées à l'embellir.

§ 302. Nous ignorons quelle est la plus haute température qui puisse se combiner avec la vitalité animale ou végétale. Dans les eaux thermales d'Aix, en Savoie, des insectes et de plantes se développent et vivent à la température des 35 à 36 de Réaumur. Dunbar et Hunter dans leur voyage fait en 1804, sur le Washita ou Ouachita, fleuve de la Louisiane, observèrent au-dessus de Fort-Miro, place frontière des États-Unis d'Amérique, quelques fontaines dont la température était de 40 à 50 de Réaumur, et dans lesquelles non-seulement végétaient avec des conferves et plantes herbacées, des arbustes et des arbres, mais on y voyait encore des coquilles bivalves. Les observations de Sonnerat et Prévost rapportées par Buffon, tom. 4, pag. 96, édition de Sonnini, sont encore plus singulières. Ces deux voyageurs

trouvèrent dans l'île de Luçon, un ruisseau dont l'eau à la distance d'une lieue de sa source, faisait monter le thermomètre de Réaumur à 69 degrés. Les bords de ce ruisseau étaient tapissés d'un gazon verdoyant: quelques plantes comme l'*agnus castus* et l'*aspalatus*, y végétaient ayant leurs racines dans l'eau où l'on voyait nager plusieurs poissons. Adanson trouva des plantes toujours verdoyantes dans les sables du Sénégal où le thermomètre de Réaumur marquait 61 $\frac{1}{3}$, et Forster en vit dans l'île de Tanna, à la base d'un volcan où le terrain indiquait au thermomètre de Far. 210 (79 de Réaumur) de température. On peut voir sur ce sujet, ce qu'a écrit Lambert dans le *Système du monde*, en traitant de la probabilité que les comètes composées de matières différentes de celles que nous connoissons, soient peuplées de corps organiques différens de ceux que nous voyons, quoique, selon les calculs de Newton, la plus grande chaleur de la comète de 1680 surpassât deux mille fois celle du fer rouge. Il me semble néanmoins assez difficile de concevoir des corps organiques d'une nature telle qu'ils puissent résister aux terribles variations de température auxquelles sont sujettes les comètes, vu l'excentricité de leur orbite. Si la comète de 1680, en s'approchant du soleil, devint deux mille fois plus chaude que le fer rouge, elle aura été au moins mille fois plus

froide que la glace dans son plus grand éloignement de cet astre (Voy. Buffon, *Preuves de la théorie de la terre*, art. 2). Il eut pu cependant arriver que le froid produit par l'évaporation ou la gazification des fluides, lorsque la comète s'approcha du soleil, ou que la chaleur résultante du calorique resté libre par suite de la solidification des mêmes fluides, lorsque la comète s'éloigna du soleil, en eussent modifié la température en la rendant différente de ce qu'elle eut dû être, vu la plus grande ou la moindre distance de la comète relativement à la masse solaire (1). Il n'est pas vraisemblable que dans notre globe, après sa consolidation, il ait jamais régné un degré de chaleur d'une telle intensité qu'il ait pu réduire tous les fluides à l'état gazeux; mais il est probable que le développement des corps organiques commença à une

(1) Rien de si analogue à notre cas que ce que dit La-Place, *Système du monde*, liv. 1, chap. 45. Voici ses propres paroles : « Les nébulosités qui environnent les comètes, et les longues » queues qu'elles traînent après elles, sont le résultat de la va- » porisation des fluides à leur surface. Le refroidissement qui en » est la suite, doit tempérer l'excessive chaleur due à leur » proximité du soleil; et la condensation des mêmes fluides, » quand elles s'en éloignent, répare en partie la diminution de » chaleur que cet éloignement doit produire; en sorte que le » double effet de la vaporisation et de la condensation des » fluides, rapproche considérablement les limites de la plus » grande chaleur et du plus grand froid que les comètes éprou- » vent à chacune de leurs révolutions. »

époque où la masse terrestre avait encore une température beaucoup plus grande que celle d'aprésent.

§ 303. Il me semble que l'on peut à l'aide de ce principe, donner une explication satisfaisante du problême proposé, savoir, pourquoi dans les roches primitives on ne trouve point de résidus de corps organiques? C'est parce que la chaleur qui existait encore dans le globe, ne permettait pas le développement de leurs germes. Ce développement commença et s'étendit d'autant plus que la température lui devenait plus favorable. C'est aussi pour cela que la quantité des dépouilles marines fossiles croît dans les roches en raison que celles-ci s'éloignent de la formation primitive. Elles sont rares dans le calcaire de transition granulaire et luisant, plus fréquentes dans le calcaire de fracture écailleuse et presque compacte, et très-abondantes dans le calcaire stratifié et secondaire. A mesure que la constitution physique de la mer a changé, et qu'elle s'est rapprochée de celle d'aprésent, non-seulement la quantité des corps organiques marins s'est accrue, mais leurs espèces se sont encore modifiées. Aussi quelques genres et quelques espèces dont nous trouvons les traces dans les roches des formations les plus anciennes, manquent-ils dans les autres roches plus récentes; et au contraire plus une roche coquillière se rapproche des formations récentes, plus ses coquilles sont

analogues à celles qui peuplent nos mers actuelles. Comme nous aurons occasion de revenir sur cet objet, nous nous bornerons pour le présent à faire observer que bien que la vitalité puisse se combiner avec un très-grand degré de chaleur, ainsi que le veut M.r Lambert, il y a néanmoins dans notre planète, relativement soit au froid, soit au chaud, une certaine limite au-delà de laquelle les êtres organiques ne sauraient se développer. On peut encore donner bien d'autres raisons pour expliquer pourquoi les corps organiques manquent à l'époque qui précéda la première consolidation du globe; telles sont les suivantes: la composition et la constitution physique de nos êtres organiques; il n'est point de corps organique dans la composition duquel n'entre l'eau, véhicule des molécules nutritives et reproductives, et de cette substance de nature mucilagineuse qui est seule capable de se transformer en matière organique. De plus, il paroît que tous les êtres vivans soit animaux, soit plantes, ont besoin d'air pour la respiration. Suivant l'hypothèse que nous avons proposée dans le chapitre XVI, tant l'eau fluide que l'air atmosphérique ne commencèrent à se former que lorsque le refroidissement de la masse terrestre eut fait quelques progrès: lors donc que les roches primitives se consolidèrent, cette planète dépouillée de tout être vivant, n'était qu'une vaste solitude en proie à une combustion générale.

CHAPITRE L.

Réflexions sur les roches de transition.

§ 304. Depuis long-temps les naturalistes avaient distingué deux principales classes de substances pierreuses, savoir, la classe des *primitives*, qui ne présentent aucune trace de corps organiques, et ne contiennent aucun fragment d'autres roches transportées; et celle des *secondaires*, qui offrent des impressions et des vestiges de substances organiques soit animales, soit végétales, ou renferment des fragmens d'autres pierres plus anciennes: mais les savans minéralogistes allemands, après le célèbre Werner, ont cru nécessaire d'établir une troisième classe intermédiaire à laquelle ils ont donné le nom de *transition*, parce que les roches qui lui appartiennent, forment, pour ainsi dire, le passage des primitives aux secondaires. On a pensé qu'il est important de distinguer cette troisième classe de roches, des deux autres, parce qu'elle abonde en substances métalliques, et que, quand elle se rencontre dans quelque partie du globe, associée aux roches primitives et secondaires, elle a son gisement au milieu d'elles. Comme l'on a fait et que l'on fait encore en géologie, un grand abus de

cette expression, *passage* ou *transition*, il me paroît nécessaire d'en rectifier la signification, et pour m'expliquer avec plus de clarté, je citerai un exemple, choisissant entr'autres celui du passage du granit à la pierre coquillière. Ce prétendu passage observé par M.r De Drée à Châteauneuf près de la Chayette, en Bretagne, a été ensuite vérifié par Dolomieu et Cordier. Voici l'indication qu'en a donnée ce dernier dans ses *Observations sur les substances minérales dites en masse:* « Le granite de Châteauneuf est à très-» gros grains, à peu près des mêmes couleurs » et presque aussi beau que le granite de Syène » en Égypte. Il était superficiellement desagrégé, » lorsque la matière calcaire a été déposée par-» dessus. Non-seulement cette matière a pénétré » jusqu'au vif de la roche granitique, en s'in-» sinuant à travers les débris, mais encore elle » a embrassé des cristaux isolés qui ont été fa-» cilement soulevés à une petite distance, à » raison de la densité du liquide formant le dé-» pôt. La jonction confuse des deux terrains se » fait donc par une roche mixte accidentelle de » plusieurs décimètres d'épaisseur, qui, dans sa » partie inférieure, est composée de granite à » ciment de chaux carbonatée plus ou moins » visible, et dans sa partie supérieure d'un su-» perbe porphyre calcaire à gros grains de quartz » gris et de mica noir, et à grands cristaux

» de feld-spath d'un rouge de chair très-éclatant.
» D'ailleurs le calcaire est d'un beau grisâtre
» ou d'un gris de fumée, écailleux à écailles
» spathiques, et s'approchant de la structure
» compacte. Il contient des rognons de silex
» roux (faverstein), et dans le prolongement de
» sa formation, qui est très-étendue, des gri-
» phites, des entroques et des astroïtes. » Le prétendu passage n'est donc autre chose qu'une conjonction accidentelle de roches qui différant dans leur nature, dans leur origine et dans l'époque de leur formation, se trouvent réunies et coexistent dans le même lieu, et dont les parties par une combinaison particulière de circonstances, se sont mêlées ensemble près de la ligne de leur contact.

§ 305. Si nous réfléchissons sur cet objet, nous nous convaincrons que la nature ne fait pas de passages ou de transitions, et que chacun de ses produits a sa manière propre et particulière d'exister. Si une substance soit en se combinant avec un nouveau principe, soit en perdant quelqu'un des siens, soit enfin par un changement survenu dans leur disposition, prend un aspect différent, et acquiert divers traits de ressemblance avec d'autres substances, nous la pourrons considérer comme passée d'un état à un autre; mais si l'on analyse avec soin l'idée de ce passage, on verra qu'il n'est autre chose

qu'un changement d'état, et que cette substance, après la modification qu'elle a subie, est différente de ce qu'elle était auparavant, bien que souvent elle coexiste avec la même roche à laquelle elle a passé. La classe des roches de transition qu'on a voulu introduire en géologie, serait donc inutile, et l'on pourrait diviser en deux classes, toutes les roches qui composent la superficie terrestre, savoir, de formation primitive et de formation postérieure. Aux formations primitives appartiendraient toutes les roches primordiales produites par le refroidissement du globe, lorsque le calorique se sépara de la masse terrestre; et aux formations postérieures devraient être attribuées toutes les autres roches sur la formation desquelles a influé l'action de l'eau. Les plus anciennes parmi celles-ci, seraient celles que les Wernériens ont appelées roches de transition; viendraient ensuite les secondaires produites les unes et les autres dans la mer primitive, avec le concours de l'eau animée par la chaleur du globe et par les principes chimiques qui ne s'étaient pas encore séparés d'elle. Si la stratification est beaucoup plus sensible dans les secondes que dans les premières, il paroît qu'on doit chercher la cause de cette différence dans l'état de la mer qui plus agitée et bouleversée à l'époque des formations plus anciennes (Voy. § 293), empêchait qu'il ne se formât des dépôts réguliers sur son fond.

§ 306. Plusieurs observations démontrent que les roches primitives sont souvent en contact avec les secondaires, sans qu'il y ait entr'elles aucune de ces roches qu'on a appelées de transition. Ramond dans le *Voyage au Mont Perdu*, pag. 14, parlant du granit qui forme le noyau de la montagne de Cumelie, observe que du côté du midi, cette roche s'introduit sous des bancs calcaires qui constituent la cime; et il assure avoir vu et touché ce passage brusque des roches cristallisées aux dernières dépositions de la mer, indiqué par une légère fente qui souvent se perd dans l'intimité du contact, et qui seule divise des produits séparés par l'intervalle des siècles. Karsten dans le *Mémoire sur les formations arénaires* (Voy. *Magasin de la société des curieux de la nature*, de Berlin, tom. 1, an 1807), remarque que l'arénaire plus récente est superposée quelquefois au granit et au schiste argileux. Il est donc plusieurs cas où ces roches de passage manquent, et où les produits de la formation primitive sont en contact immédiat avec ceux de la formation secondaire. Si du reste on croyait avoir besoin d'un terme pour indiquer les roches des formations postérieures plus anciennes, c'est-à-dire, celles qui le plus souvent sont privées d'empreintes de corps organiques, qui dans les lieux où elles existent ont leur gisement entre les primitives et les secondaires,

qui contiennent fréquemment des fragmens des primitives, et qui ordinairement ne sont point stratifiées, on pourrait se servir de l'expression des roches *intermédiaires* déjà introduite par quelques géologues, et exclure le terme de *transition* qui a donné lieu à bien des erreurs. Cependant comme je n'ai point la prétention de réformer le langage géologique, je continuerai à faire usage d'une dénomination devenue commune en géologie.

§ 307. Les substances restées après la cristallisation générale primitive, et les terres qui ont résulté de la trituration des parties poreuses et légères de la superficie terrestre, sont les matériaux qui ont produit les roches de transition. Le mouvement de la mer les a distribuées, dispersées et amoncelées en divers lieux; la chaleur et les principes chimiques contenus dans les eaux, ont contribué d'abord par leur présence, à les tenir dissoutes et suspendues; puis en se séparant, à les faire précipiter: et c'est ainsi qu'elles ont formé de nombreuses couches qui souvent ont été soulevées et renversées par les émanations gazeuses procédant de la terre non-encore refroidie, et par le mouvement des eaux. Il me paroît très-difficile d'expliquer d'une manière plausible, les différentes formations des roches primitives, de transition et secondaires, par un seul principe, celui de la solution et de la précipitation. En supposant au contraire que le

globe se soit d'abord refroidi jusqu'au point nécessaire à sa consolidation ; puis que le refroidissement se soit propagé par degrés, on peut aisément concevoir la production des diverses roches par l'intervention du calorique, de l'eau et des principes chimiques ; et comme les degrés de refroidissement étaient progressifs, on ne doit pas s'étonner que quelques roches semblent s'être transformées en d'autres par des gradations et des modifications presque insensibles. Les premières substances pierreuses qui se sont formées dans la mer primitive encore animée par une grande chaleur, c'est-à-dire, les roches appelées de transition, pouvaient en quelque manière participer de l'apparence et des caractères extérieurs des roches primitives. Dans la chaîne centrale des Alpes, une espèce de continuité semble régner entre la formation du terrain primitif et celle du terrain de transition, d'où Brochant déduit que la présence de beaucoup de roches en apparence primitives, au milieu des terrains de transition, ne doit point paroître extraordinaire, puisque la formation des roches primitives n'a pas cessé subitement et dans le moment où les roches de transition commencèrent à se former, et que celles-ci ont subi peu à peu et partiellement les modifications et les mélanges qui servent à les distinguer (Voy. ce qui est dit dans le § 297 et suiv.).

CHAPITRE LI.

Des roches de transition.

§ 308. *Granit de transition.* Quelques auteurs ont parlé du granit de transition. Jameson dans un Mémoire lu à la Société géologique d'Édimbourg, et dont on a inséré une courte notice dans la *Bibl. brit.*, tom. 497, pag. 279, outre deux granits primitifs, l'un de formation postérieure à celle de l'autre, admet un granit de transition. Hausman dit avoir rencontré un semblable granit dans quelques lieux de la Suède et de la Norvège (Voy. *Journal de Moll*, part. 1, pag. 34); et De Buch dans le *Voyage en Norvège et en Laponie*, tom. 2, pag. 322, parle du beau granit rouge de transition des montagnes de Stroemsoé. Si les roches granitiques dont nous avons parlé dans les §.es 201 et 297, doivent être entièrement exclues de la classe des produits volcaniques, on ne peut certainement pas les rapporter à la période des roches primitives, mais on doit les mettre au nombre de celles de transition. A l'aide des principes déjà établis, il ne me paroît pas bien difficile d'expliquer leur formation. La chaleur primitive du globe non-encore éteinte, et l'abondance des

principes chimiques contenus dans les eaux primordiales, pouvaient être des causes capables de produire ces solutions et ces cristallisations nécessaires pour quelques formations granitiques particulières, à une époque où la production du granit et des autres roches primitives avait déjà cessé (Voy. §.es 201 et 298).

§ 309. *Porphyre de transition.* Marzari a observé près de Colman, dans le Tyrol, un banc de grauwake de quelques centaines de pieds de largeur, encaissé entre le schiste micacé qui lui sert de base, et le porphyre qui le recouvre, et qui par conséquent doit être d'une origine postérieure. De Buch a encore regardé comme tel le porphyre rouge-brun de Pergine près de Trente, parce qu'il est interposé entre le schiste micacé et le calcaire alpin, qu'il contient de petits points lamellaires de feld-spath blanc et de petites écailles isolées de mica, et qu'il est traversé par des veines de jaspe rouge, de calcédoine et de quartz. Hausman assigne la même origine à un porphyre du Hartz, circonscrit dans un petit espace, et à un autre porphyre beaucoup plus étendu qu'il observa dans la Norvège et dans la Suède (Voy. *Journal de Moll*, part. 1, pag. 37). Ne pourrait-on pas soupçonner que quelques-uns des porphyres qu'on appelle de transition, parce que dans leur gisement ils recouvrent des substances non-primitives, sont

des matières volcaniques? Mais regardons-les seulement comme des roches de transition. Les parties feld-spathiques et micacées qui restèrent après la formation primitive, ou qui furent produites dans la mer primordiale, purent être enveloppées dans une pâte argilo-siliceuse qui par le moyen de la chaleur du globe communiquée aux eaux de la mer primordiale, acquit la dureté, qui convient aux porphyres, et prit les caractères du jaspe là où elle était douée d'une plus grande finesse, ceux de la calcédoine là où elle était plus exempte de mélange de fer, et ceux du quartz là où elle était purement siliceuse. On aurait pu obtenir le même effet, si, au lieu de considérer le feld-spath et le mica, restés après la consolidation des roches primitives, comme enveloppés depuis dans la pâte du porphyre, on avait préféré admettre que la pâte porphyritique encore molle renfermait les élémens feld-spathiques et micacés, qui, par la force d'attraction, se réunirent en cristaux pendant que la pâte même se consolidait.

§ 310. A cette espèce de porphyre, on doit, ce semble, rapporter cette substance pierreuse à la quelle Born a donné le nom de *roche métallifère*, et dans laquelle sont renfermés les filons métalliques des mines de Schemnitz. Cet illustre minéralogiste appella ainsi une pierre qu'il définit *composée d'argile pétrifiée et mêlée tantôt de schorl, tantôt de quartz, et tantôt de spath*

calcaire en grains; mais dans le *Journal des mines*, n.° 47, on donne une description plus précise de cette roche; on la rapporte aux porphyres et l'on assure que la substance qui forme la base de ce porphyre, est un feld-spath à grain fin, qui souvent en se décomposant, passe à l'état d'argile endurcie, surtout près de la superficie de la terre et au voisinage du filon. Cette substance contient, 1.° des cristaux d'amphibole en prismes à huit plans dont les deux opposés sont plus larges que les autres; 2.° du mica d'une couleur brune-noirâtre en prismes hexaèdres dont les côtés sont communément égaux entr'eux, mais quelquefois alternativement plus grands et plus petits; 3.° des cristaux de quartz qui néanmoins y manquent quelquefois entièrement, tandis que l'amphibole s'y montre toujours. Du reste, comme on a trouvé dans cette roche des madrépores pétrifiés, des empreintes de polypes (Voy. Born, *Voyage en Hongrie*, lettre 20.e), et à la profondeur d'environ 360 mètres, un filon de bois carbonisé, si l'on veut maintenant lui donner la dénomination de porphyre, certainement on ne pourra jamais la considérer comme un porphyre primitif.

§ 311. *La grauwake.* Ce nom que les naturalistes ont pris des mineurs du Hartz, est maintenant admis dans tous les ouvrages de géologie. Brochant, tom. 2, pag. 588, a défini la grauwake

commune, un grès composé de grains de quartz, de schiste siliceux (kiselschieffer), de schiste argileux (thonschieffer) conglutinés par un ciment argileux. Les grains sont tantôt petits et même très-petits, tantôt de la grosseur d'une noisette. D'autres définissent la grauwake, une roche dans laquelle les grains roulés de quartz, du schiste siliceux, du schiste argileux, du feld-spath laminaire et quelquefois de mica, sont aglutinés mécaniquement par un ciment de schiste argileux plus ou moins visible. La texture de cette pierre est granulaire. La couleur grise (1) est propre des grauwakes qu'on a coutume de distinguer en deux variétés, savoir, la commune et la schisteuse. M.r Mohs veut que la grauwake commune soit une pierre arénaire parfaite, et que son origine soit purement mécanique, comme une conséquence de la destruction progressive de roches plus anciennes. Selon ce savant auteur, les grains qui la composent, sont siliceux et quelquefois argileux, ils varient beaucoup dans leur grandeur

(1) M.r Zipser dans un Mémoire *Sur la constitution géognostique des environs de Neushol*, en Basse Hongrie, dit que la grauwake de Hongrie est remarquable par les *nombreuses variations de couleur* et de grain qu'elle présente, par les grands cristaux de feld-spath qu'elle renferme, par l'absence totale des débris des corps organisés, par son aspect qui est quelquefois presque granitique et qui semblerait la placer entre les roches primitives et les grauwakes ordinaires.

depuis un grain de moutarde jusqu'à une noisette, et ils sont unis ensemble par un ciment argilo-siliceux. Cette pierre est très-solide, se casse difficilement, et quand on la frappe, elle se rompt en fragmens irréguliers dans toute sorte de directions : elle contient quelquefois un peu de pyrite, et d'autrefois des feuilles subtiles de mica le plus souvent jaunâtre, mais parfois aussi d'un blanc argentin. La grauwake schisteuse, suivant le même auteur, est un schiste arénaire parfait. Son caractère est la structure schisteuse de la fracture, lorsqu'elle se rompt dans la direction de la longueur des lames, tandis que la fracture transversale est granuleuse et arénaire. Les feuilles de mica y sont beaucoup plus abondantes que dans la grauwake commune, et ont un gisement conforme à la substance schisteuse. On rencontre souvent dans la grauwake, des filons métalliques. Le Hartz présente les lits les plus fameux et les plus connus dans ce genre ; et en Transilvanie, on trouve dans la grauwake, l'or natif en filons étroits et tortueux. Bientôt nous parlerons encore de cette substance, lorsque nous traiterons de la pierre arénaire.

§ 312. La grauwake est très-intéressante en géologie, parce que, comme le remarque M.r Mohs, que nous avons déjà cité, il est quelquefois bien difficile de distinguer les autres roches de transition à cause de la grande ressemblance qu'elles

ont parfois avec quelques roches primitives ou secondaires : au contraire la grauwake ordinairement facile à reconnoître, appartient exclusivement aux terrains de transition, et sert à indiquer l'ancienneté relative des contrées où on la trouve (1). Sur le lac de Côme à côté du calcaire de transition, nous avons la grauwake traversée par un filon de quartz, dont la plus grande partie décomposée a formé un sable siliceux qu'on emploie dans les verreries. La grauwake est encore très-fréquente dans l'Italie méridionale, et l'on la connoît en Toscane sous le nom de *macigno* ou *pietra serena ;* elle forme la masse de beaucoup d'éminences du premier ordre dans les Apennins, comme celles qu'on voit à la Garfagnana, dans le Lucquois, dans la Pistoie, à Fanano dans le territoire de Modène, et à Casentino en Toscane. La grauwake ou l'arénaire massive de Fiésole, du Cimon, etc., appartient à la grauwake commune ; l'autre de fracture tabulaire, à la grauwake schisteuse de Mohs, et celle à grain très-fin, de texture feuilletée, semblable à l'ardoise, et dans laquelle prédomine le ciment, serait le schiste-grauwake. Brochant observe que la grauwake est la première roche dans

(1) Cette opinion de M.r Mohs peut du reste admettre quelque exception. Qu'on voie ce qui a été dit dans le § 298, sur les pierres sablonneuses qu' on rencontre quelquefois ayant leur gisement dans les terrains primitifs.

laquelle on trouve les fragmens des corps organiques, ce qui démontre que sa formation est postérieure à celle des roches primitives, et qu'elle est le plus ancien des précipités mécaniques. En effet, la grauwake du Hartz contient des végétaux bitumineux, et quelquefois bien que rarement des vestiges de corps marins. D'après M.r Schlottheim, on trouve dans la grauwake quelques ammonites trop imparfaites pour être déterminées, des coralliolites, des grandes orthocératites, etc., des empreintes de plantes analogues aux roseaux et des tiges de palmiers qui paroissent différens de ceux des houilles (Voy. *Nouv. Dict. d'hist. nat.*, art. *fossiles*). La grauwake de Sestola, du Cimon, de Fiésole, des monts du Casentino et autres lieux d'Italie, renferme des restes de substances organiques et végétales qui sont pour l'ordinaire des morceaux de bois bitumineux comprimés, ou bien de petits rameaux d'arbre dans lesquels paroît quelquefois la texture fibreuse. Soldani rapporte que de son temps on découvrit dans les carrières de Fiésole, une couche de charbon fossile, et qu'on en trouve dans la montagne de Borsello et ailleurs. On peut voir sur ce sujet, l'excellent ouvrage de M.r Brocchi, intitulé la *Conchyologie fossile sous-apennine*, dans lequel il est spécialement parlé de la grauwake de l'Italie.

§ 313. *Calcaire de transition*. Cette roche a perdu en grande partie, l'apparence granulaire cristalline du calcaire primitif, apparence qui s'évanouit tout-à-fait et devient uniforme et compacte d'autant plus que le calcaire de transition s'éloigne du primitif et se rapproche du secondaire, semblable à un anneau qui lie ces deux variétés de carbonate calcaire. Sa fracture est un peu écailleuse, égale, mais quelquefois légèrement conchoïde. Cette pierre est douée de quelque transparence dans ses bords, et distinguée par les diverses couleurs qu'elle présente, le noir, le gris, l'azur, le rougeâtre, et par quelques veines blanches de spath calcaire formées en même temps que la masse. Elle contient quelquefois de petites veines d'anthracite ou des couches très-minces d'oxide de manganèse. Brochant a trouvé dans les Alpes de la Tarentaise, un calcaire compacte qui quelquefois renferme des cristaux de quartz et de feld-spath disséminés, ce qui constitue une roche porphyroïde à pâte calcaire. D'après un pareil caractère, cette pierre aurait un rapport immédiat avec les roches primitives; mais comme dans quelques lieux, elle alterne avec des couches de poudingués calcaires, qu'elle est quelquefois fétide, et qu'elle contient souvent des bancs de calcaire compacte, quelquefois fendillé, caractères qui ne peuvent convenir à un calcaire primitif, on l'a mise dans la classe des

les jaspes d'une seule couleur, les panachés ou versicolorés, les fleuris, etc. Le jaspe dit sanguin, d'un vert foncé, marqué de petites tâches d'un rouge vif, et que les Allemands appellent *héliotrope*, étant transparent, doit être rapporté aux agates; il est probable que la couleur verte lui vient de la chlorite; 2.° le *jaspe rubané.* Parmi les jaspes de cette variété, l'un des plus intéressans est celui composé de bandes uniformes et parfaitement parallèles, rouges et vertes, et qu'on tire de la partie méridionale des monts Ural. On a observé que les bandes vert-pistache sont de l'épidote compacte (Voy. Leman, *Nouveau Dictionnaire d'histoire naturelle*, art. *jaspe*); 3.° le *jaspe égyptien:* On le trouve toujours en masses arrondies, mais il ne doit pas au roulement, sa forme qui approche presque toujours de la sphéroïdale (Voy. ce qui a été dit dans le § 51). Les trois variétés ci-dessus dénommées, ont le même caractère chimique, savoir, celui d'être infusibles à moins qu'on ne fasse usage d'un fondant. Il est à remarquer que dans la composition du jaspe, la silice est quelquefois si abondante qu'elle se sépare de l'argile et du fer, et forme des nœuds et des veines de quartz; et si dans ces nœuds ou veines il s'est rencontré quelques vides, il s'y est produit des cristallisations quartzeuses régulières. A ces trois variétés du jaspe, Werner en a joint une quatrième qu'il a appelée jaspe

du Dewonshire, dans lesquelles on a trouvé des corps marins, bien que plusieurs géologues anglais regardent tant l'une que l'autre comme des roches calcaires primitives. Ordinairement on ne rencontre pas cette pierre à des hauteurs considérables; elle est le plus souvent adossée contre les parois et la base des montagnes, et l'on y voit fréquemment des fentes et des cavernes dont quelques-unes sont célèbres comme dans le Hartz, dans le Bannat en Hongrie, en Angleterre, etc. Cependant Humboldt (*Relation historique*, tom. 1, pag. 391) assure que dans la Suisse, le calcaire coquillier de transition se trouve à la hauteur de deux mille toises. Brocchi, que nous avons déjà cité, a observé qu'en Italie, le calcaire de transition alterne quelquefois avec la grauwake, que d'autrefois il est placé au-dessous, et il regarde comme calcaire de transition, la *pietra forte* ainsi appelée à Florence parce qu'on s'en sert pour paver les rues, et le marbre de *Brocatelle* de Siène.

§ 314. *Jaspe.* Le jaspe est une roche essentiellement composée d'argile, de silice et de fer dans des proportions très-variables, d'où résultent ses nombreuses variétés. Ses caractères sont l'infusibilité, l'opacité parfaite, la propriété de faire feu au briquet, et la fracture conchoïde à surface terne ou mate: ses variétés principales sont, 1.° le jaspe commun auquel on peut rapporter

démontre la fludité ignée primitive de la roche qui l'avoisine ou du basalte comme on le verra en son lieu. Le jaspe rubané du Hartz a son gisement sur la grauwake, et le jaspe commun se trouve souvent dans les roches de mandelstein (amygdaloïde), dont quelques-unes appartiennent à la période de transition, et d'autres à celle des roches secondaires. Le jaspe de *Monte-Nero*, dans la Ligurie, selon la description qu'en a donnée Cordier, est semblable à celui de la Sibérie, de la Sicile et de plusieurs autres contrées. Tantôt il est d'une seule couleur et tantôt à rubans. Les teintes les plus communes sont un beau rouge sanguin, un violet foncé, un brun hépatique et un vert de poireau très-agréable. Ce jaspe, suivant le même auteur, a son gisement entre les roches secondaires. Bertrand dans le *Dictionnaire des fossiles*, remarque qu'il a trouvé des coquilles et des empreintes de plantes marines dans un jaspe près de Court, département du Haut-Rhin. Il n'est pas non plus rare de voir dans le jaspe égyptien, de corps marins, c'est-à-dire, des numismales ou camerines. Patrin dans l'*Histoire naturelle des minéraux*, tom. 2, distingue les jaspes en primitifs et secondaires, et il assigne pour caractères des primitifs, la fracture terreuse, la parfaite opacité et la fréquente présence des pyrites. Les caractères des secondaires sont la fracture conchoïde et siliceuse, un peu de

transparence et le manque absolu de pyrites. Suivant cet auteur, les jaspes de la Sibérie, de la Sicile, de la Bohême et de la Saxe sont primitifs ; le jaspe héliotrope et celui dit fleuri appartiennent aux formations secondaires: mais il faut observer, 1.° que le jaspe rubané de Sibérie est mis par quelques auteurs dans la classe des roches de transition ; 2.° que parmi les jaspes de la Sicile, qu'il prétend être primitifs, on trouve fréquemment le jaspe fleuri ; 3.° que l'héliotrope n'est pas un jaspe, mais que c'est une agate ainsi que nous l'avons dit dans le § précédent. M.r de La-Métherie (Voy. *Journal de physique*, tom. 55, pag. 141.) admet aussi les jaspes primitifs, mais il en place quelques-uns comme le rubané de Sibérie, parmi les schistes primitifs, et d'autres parmi les petro-silex. Les seuls véritables jaspes des terrains primitifs sont, suivant cet auteur, ceux qu'on trouve unis aux agates, et il cite comme tels les jaspes d'Oberstein. Mais la roche de jaspe agatifère d'Oberstein me paroît analogue à celle de l'Écosse, et très-différente de celle de la Sicile. Plusieurs naturalistes anglais soupçonnent que la roche de l'Écosse est de nature volcanique. Enfin dans la chaîne de l'Erzgebirge, on a observé un filon d'agate et de jaspe dans le gneiss, c'est-à-dire, dans une formation primitive (Voy. Bonnard, *Essai géognostique sur l'Erzgebirge*, pag. 26).

§ 316. Au milieu de cette diversité d'opinions émises d'après des observations qui ont été faites sur les jaspes de différentes contrées, il me semble qu'on peut considérer le jaspe comme une roche qui appartient non-seulement aux formations primitives, mais encore aux formations intermédiaires, secondaires et même plus récentes telles que les volcaniques. Giraud de Soulavie parle d'une couche de jaspe interposée entre un granit et une lave basaltique dans les environs du Mezin; et Pictet fait mention d'un jaspe très-grossier qui remplit les intervalles des prismes basaltiques de Dunbar en Écosse. Il est donc très-probable que cette combinaison de principes, nécessaire à la production du jaspe, a pu avoir lieu dans tous ces états par lesquels a passé la superficie terrestre, et que cette même combinaison a pu se renouveller encore dans les produits des volcans. Les observations locales, les circonstances du gisement et la structure de la roche sont les moyens les plus propres pour nous faire connoître à quelle espèce de formation un jaspe peut appartenir. Il est naturel de conjecturer que les roches de jaspe très-riches en cristallisations, se sont formées dans la mer primitive dont les eaux chaudes et animées par les principes chimiques, étaient propres à favoriser la dissolution, et par là même, la cristallisation de quelques terres. Les volcans ont aussi quelquefois dû contribuer à la

formation des jaspes, et spécialement les volcans les plus anciens, c'est-à-dire, ceux qui se sont allumés au milieu de la mer primitive dont les eaux pouvaient exercer quelque action sur les substances qu'ils vomissaient.

§ 317. Je terminerai ce chapitre sur les roches de transition, par quelques réflexions de Brongniart qui me semblent très-justes. La définition de ces roches est maintenant devenue si vague, que dans le plus grand nombre des cas, il est impossible d'en faire l'application avec quelque exactitude. Suivant les géognostes allemands, les plus belles siénites de la Norvège qui alternent avec la vraie grauwake, appartiennent non-seulement aux terrains de transition, mais encore, d'après Hausman, aux terrains de transition les plus récens. Une grande partie des Alpes de la Tarentaise qui d'ailleurs renferment les roches cristallisées le mieux caractérisées, et embrassent encore les granits des hautes Alpes, a été rangée par Brochant, dans la classe des terrains de transition. De Buch semble porté à croire que les gneiss qu'on voit entre Martigny et S.t Branchier, appartiennent à la formation de la grauwake, roche caractéristique des terrains de transition. Charpentier regarde le granit des Pyrénées comme un granit de seconde formation. Enfin on ne sait plus où trouver un porphyre évidemment primitif, puisque les porphyres de Pergine,

de Halle, de Schweidnitz, de la Thuringe, absolument semblables aux porphyres primitifs, sont rapportés par De Buch et autres géologues à la formation de transition. Au moyen de l'hypothèse que nous avons proposée dans les §.es 307 et précédens, il nous paroît qu'on peut rendre raison des phénomènes géologiques de cette nature, et de toutes les divergences qu'on observe quelquefois entre les gisemens de quelques roches et les caractères de leur structure.

CHAPITRE LII.

Considérations sur la formation des roches secondaires.

§ 318. Les roches secondaires furent produites dans la mer primitive après celles dont nous avons parlé dans le chapitre précédent; et comme la constitution physique de cette mer, soit parce qu'elle contenait une moindre quantité de principes chimiques, soit parce que sa température avait beaucoup diminué, était devenue plus favorable au développement des corps organiques, les empreintes et les dépouilles de ceux-ci abondent dans les roches qui s'y sont formées. Ébel ayant adopté l'hypothèse que les roches primitives furent aussi formées dans l'eau, et réfléchissant que la matière calcaire est très-fréquente dans les formations secondaires, a supposé deux états de la mer primitive, et considéré celui dans lequel le dépôt du calcaire s'effectua, comme très-différent de l'autre dans lequel il pense qu'eurent lieu les précipitations chimiques des roches primitives. La différence de ces deux états, suivant cet auteur, consiste en ce que dans le second, les eaux de la mer contenaient un plus petit

nombre de principes, savoir, seulement l'alumine, la silice, les métaux, le soufre et l'acide fluorique en petite quantité, mais la chaux y prédominait éminemment. L'action des forces chimiques était foible, et les précipitations pour la majeure partie s'opérèrent mécaniquement. Cette mer était d'ailleurs peuplée de coquilles et de molusques; et non-seulement les mêmes principes calcaires y occupaient d'immenses extensions, mais les précipitations y eurent lieu partout selon des lois égales. Les irrégularités résultaient de l'inégalité de son fond sur lequel la formation calcaire se déposa; son mouvement était du sud-est au nord-ouest; sa constitution changeait progressivement, et les précipitations s'effectuaient à des époques séparées par de longs intervalles. Elle contenait les métaux, et de là vient que beaucoup de bancs et filons de mines sont contemporains de la formation calcaire, et qu'on ne peut pas les considérer comme le remplissage des fentes postérieures.

§ 319. On pourrait faire beaucoup de réflexions sur les idées de ce savant géologue, dont quelques-unes comme la présence des corps marins et des substances métalliques dans la mer primitive, sont aussi justes que probables, tandis que d'autres me semblent manquer entièrement d'appui. Je ne crois pas que l'eau ait coopéré à la production des roches primitives, comme

je l'ai déjà dit plusieurs fois, parce qu'il est probable qu'à cette époque, elle n'existait pas encore. En outre, dans la formation des roches secondaires, Ébel ne fait intervenir ni l'action de la chaleur, ni celle des principes chimiques, si l'on excepte une petite quantité d'acide fluorique. Comme les analyses chimiques retirent des roches secondaires, les mêmes élémens terreux et métalliques qu'on obtient des roches primitives, je ne vois point de raison qui puisse nous porter à croire qu'à l'époque des formations secondaires, ces principes fussent en plus petit nombre, et que par conséquent l'action des forces chimiques exerçât une moindre influence. Si d'ailleurs on réfléchit qu'à cette époque, il se forma de nombreuses et immenses masses de carbonate, de sulfate et de phosphate de chaux, et de copieux dépôts de substances salines, il y a lieu de présumer que les principes chimiques étaient très-abondans et dans un état de liberté peut-être plus grand que celui dont ils avaient participé à l'époque des formations précédentes. Que si dans les roches secondaires, les caractères de la cristallisation sont beaucoup moins sensibles, cette différence ne me paroît pas devoir être attribuée aux changemens survenus dans les précipitations, qui au lieu d'être chimiques, sont devenus mécaniques; mais il faut en chercher la cause dans la diminution de la température

de la mer primitive, qui, à mesure qu'elle se refroidissait, devenait incapable de tenir en dissolution les matières terreuses qui se déposaient confusément sur son fond. J'admets encore que la constitution de cette mer avait subi un changement progressif aussi considérable que le prétend M.r Ébel; mais il convient d'indiquer en quoi consistait ce changement progressif, et il me paroît que la conjecture la plus vraisemblable qu'on puisse former à cet égard, c'est de supposer la diminution tant de la température qui peu à peu se rapprochait de celle d'à présent, que des principes chimiques qui se combinaient avec les matières terreuses. (On peut voir ce qui a été dit dans le chap. XLVII *sur la constitution physique de la mer primitive.*)

§ 320. Nous avons dit que la plus grande partie des principes chimiques se séparèrent des eaux de la mer pour entrer dans la formation des roches secondaires, et que la température se rapprocha peu à peu de son état actuel; dès-lors, bien qu'une immense quantité de matières terreuses se rassemble continuellement sur le fond de la mer, ces matières ne se consolident pourtant pas en couches pierreuses comme cela est arrivé dans des temps antérieurs. Nous en avons un exemple dans ces terrains marneux et sablonneux que la mer abandonna lors de sa dernière retraite de quelques parties du continent,

et qui forment de copieux amas de dépouilles de corps marins quelquefois parfaitement conservés et d'autrefois n'étant que légèrement calcinés. C'est encore ainsi que bien qu'à présent une infinité de matières terreuses soient transportées par les eaux qui parcourent la superficie de la terre et déposées dans les grandes profondeurs des mers, on ne voit pourtant pas que ces matières se forment en couches solides ou en nouvelles roches, à l'exception de quelque banc de brèches et de ces masses pierreuses qui sont l'ouvrage des vers marins. D'après les recherches qu'on a faites pour connoître la nature du fond de la mer, il y a lieu de croire que ce fond n'a subi aucun changement depuis environ deux mille ans, qu'il n'a été recouvert par aucune nouvelle couche, et que les diverses espèces de coquillages qui l'habitent maintenant, sont les mêmes qu'on y pêchait autrefois (Voy. la *Géographie minéralogique des environs de Paris* par Cuvier et Brongniart, pag. 29). Fortis dans ses *Voyages en Dalmatie*, tom. 2, lettre 4, rapporte l'observation suivante: près le cap S.[t] George, on voit dans le fond de la mer un grand monceau d'urnes antiques qui ont dû rester dans cette position tout au moins pendant le cours de 15 siècles. Plusieurs de ces urnes détachées du grand monceau gisent éparses par trois et quatre ensemble. Elles ont un peu plus d'un pied de diamètre et

trois pieds de hauteur, et portent souvent le nom de l'ouvrier écrit en belles lettres romaines. Il est probable qu'elles furent déposées dans ce lieu par suite du naufrage de quelque barque chargée de poterie. Pendant le cours de tant de siècles, ces urnes n'ont été enveloppées par aucune croûte pierreuse, et l'enduit dont elles sont revêtues soit au-dedans, soit au-dehors, n'a pas plus d'un demi pouce d'épaisseur. Les belles observations faites dans l'Adriatique par Olivi, méritent encore d'être connues. Ce naturaliste ayant examiné le fond de cette mer, le trouva très-différent en divers endroits; ici aréneux, là argileux, ailleurs privé d'atterrissemens. Il sonda le golfe à différentes profondeurs, et il reconnut que l'accumulation des matières mobiles correspond à la direction et à la force des courans. Dans ces parties du fond de la mer où les matières terreures s'étaient rassemblées, celles-ci se trouvaient dans l'état de boue et n'avaient acquis aucune dureté qui pût les faire ressembler à la pierre. A l'appui de ces faits, nous pourrions rapporter ici bien d'autres observations; nous nous bornerons à citer celle de lord Moulgrave dans son voyage au pôle-nord. Se trouvant à la latitude d'environ 65 degrés, et à la distance à peu près de 250 milles de la terre la plus voisine qui était la côte de la Norvège, il jeta la sonde dont la corde avait 4098 pieds de longueur, et

le plomb touchant le fond, pénétra dans une couche d'argile bleuâtre jusqu'à la profondeur de dix pieds.

§ 321. On ne peut cependant pas nier que même à présent dans quelques endroits de la mer, indépendamment du travail des vers marins, il ne se forme des substances pierreuses, ce qui paroît devoir être attribué à quelque oxide métallique qui par des combinaisons particulières abonde dans ces endroits. Cette roche qui se produit journellement dans la mer de Messine, nous en offre un exemple. Saussure dans ses voyages aux Alpes, parle de ce phénomène qui a été ensuite décrit d'une manière très-détaillée par Spallanzani dans ses *Voyages aux deux Siciles*, tom. 5, pag. 21. La roche dont il s'agit, est une pierre arénaire qui s'engendre au-dessous de la superficie de la mer, le long de la plage, par une agglutination des sables transportés par les flots, et qui dans un espace d'environ 30 ans, acquiert assez de dureté pour servir de meule de moulin. Le gluten qui unit les petits grains de sable, est calcaire, argileux et ferrugineux. Mais ce phénomène ainsi que quelques autres qu'on pourrait citer, ne mérite pas de figurer dans un tableau géologique des formations générales qui ont eu lieu sur plusieurs points de la terre, et qui semblent avoir cessé après l'époque des formations secondaires, à l'exception

de celles des terrains d'eau douce et des roches volcaniques, lesquelles appartiennent les unes et les autres à tous les âges du globe postérieurs à sa consilidation. Il est possible, dit Cuvier, dans le discours préliminaire de son ouvrage sur les animaux fossiles, que dans quelques lieux, les animaux à coquilles laissent, en mourant, leurs dépouilles pierreuses, et que ces dépouilles liées ensemble par un limon plus ou moins concret, ou par tel autre moyen, forment des dépôts d'une certaine étendue ou des espèces de bancs coquilliers; mais nous n'avons aucun indice que la mer puisse à présent envelopper ces coquilles d'une pâte aussi compacte que les marbres, les grès et même le calcaire grossier qui renferme les coquilles de nos couches. Nous voyons bien moins encore que les précipitations marines produisent en quelque lieu que ce soit, ces couches plus solides et plus siliceuses qui ont précédé la formation des bancs coquilliers. La mer primitive ainsi que nous l'avons dit au chap. XLVII, avait donc une constitution physique différente non-seulement de sa constitution actuelle, mais encore de celle dont elle était encore douée, lorsqu'en se retirant, elle abandonna quelques-unes des terres que nous habitons; puisque, suivant l'observation que nous en avons faite dans le § 320, les dépositions qui eurent lieu, lors de son dernier séjour sur ces terres, loin de

résenter des couches solides, n'ont produit que es terrains mobiles, incohérens et tout au plus e la consistance des tufs. Il est très-probable ue cette constitution physique de l'ancienne mer, ropre à la consolidation des couches pierreuses, t été une conséquence naturelle de sa températ re ainsi que de la quantité et de la qualité des incipes chimiques. Lorsque ses eaux passèrent à t état, et subirent cette modification qu'on y serve maintenant, la consolidation des roches ssa, et les matières restantes se trouvant désu- ies, sans aucun lien, ni ciment, formèrent les ibles, les terrains mobiles et les conglomérats icohérens.

CHAPITRE LIII.

De la stratification des roches secondaires.

§ 322. Beaucoup de géologues regardent la stratification comme une propriété tellement caractéristique des roches secondaires, qu'au lieu de les indiquer par ce titre, ils les ont appelées roches *strati-formes ou stratifiées.* Là où les roches secondaires sont superposées aux roches primitives, on remarque le trois phénomènes suivans: 1.° la situation verticale ou inclinée des couches inférieures ; 2.° la superposition des couches secondaires dans une situation presque horizontale (1). Les points de contact des roches primitives

(1) Le langage géognostique allemand a des expressions propres pour indiquer la manière dont les roches sont disposées à la superficie du globe, et leurs positions relativement aux substances auxquelles elles sont associées. Ainsi on distingue, 1.° le gisement *concordant*; c'est celui dans lequel la roche supérieure affecte une stratification semblable, et une inclinaison parallèle relativement à la roche inférieure; 2.° le gisement *différent*, lorsque la roche supérieure a une stratification et une inclinaison différentes de celles de l'inférieure; 3.° le gisement *transgressif*, lorsque la roche superposée couvre les bords ou la tête des couches de la roche inférieure; 4.° le gisement *enveloppant* ou en forme *de manteau*, lorsque le terrain supérieur couvre entièrement le terrain sur lequel il repose. Dans l'éditon qu'on fait actuellement à Paris, du *Nouveau Dictionnaire d'histoire*

avec les roches secondaires, sont d'une très-grande importance dans les observations géologiques. Le savant Playfair dans son ouvrage intitulé *Explication de la théorie de Hutton*, pag. 125 et suiv., a publié une multitude de faits de cette nature: je n'en rapporterai qu'un seul observé par cet auteur et par le lord Seymour. A la base de la montagne d'Ingleborough, dans le Jorkshire, ils examinèrent une caverne dont la voûte était formée d'une couche presque horizontale de pierre calcaire, et reposait sur deux couches verticales de schiste argileux primitif. Cette montagne qui se compose entièrement de couches de pierre calcaire et de sable fin, presque horizontales et qui alternent entr'elles, s'élève a la hauteur d'environ 1800 pieds; par conséquent sur les couches primitives, il s'est formé une masse de couches secondaires d'une grosseur très-considérable; 3.° l'interposition entre ces deux couches, de quelque couche de brèches composées de fragmens de roches primitives, quelquefois arrondis, d'autrefois angulaires, unis par un ciment de la nature des roches secondaires. Les Alpes du Tyrol jusqu'à la Méditerranée sont environnées de collines et d'amas de brèches,

---

naturelle appliquée aux arts, on peut voir à l'article *gisement*, une explication courte, mais claire de cette partie de la géognosie allemande.

et le même phénomène, suivant Playfair, a lieu dans les montagnes primitives de l'Écosse. Il est facile dans notre hypothèse, d'expliquer la formation de ces brèches en couches interposées entre les roches primitives et les roches secondaires. Les roches primitives furent les premières à se consolider à une époque où la mer n'était pas encore formée. Lorsque l'eau perdant l'état de vapeur, commença à se condenser, elle tomba en torrens de l'atmosphère, et se rassemblant dans les lieux les plus bas de la terre, elle exerça son action sur les fragmens restés à la superficie des roches et en détacha les plus fragiles. De là, le premier effet produit par la mer primitive, dut être celui d'accumuler les couches et les amas de brèches et de fragmens des roches primitives au-dessus et tout autour de ces roches; ces agrégats furent ensuite pénétrés par un ciment analogue à celui qui, à cette époque, se formait dans la mer, c'est-à-dire, par un suc calcaire secondaire. La position horizontale qui règne ordinairement dans les couches des roches secondaires, démontre qu'elles doivent leur origine aux précipitations qui ont eu lieu dans la mer primitive; et si parfois leurs couches sont ou verticales (1), ou inclinées, ou même ondulées,

(1) La position verticale des bancs calcaires secondaires, suivant Ramond, règne généralement dans la chaîne des Pyrénées.

nous pouvons en trouver la raison dans ces émanations gazeuses qui devaient s'échapper de l'intérieur du globe encore chaud, avant que ces couches se fussent consolidées. Il y a des géologues qui pour expliquer ces phénomènes, supposent des renversemens survenus après la consolidation des montagnes. S'il arrive qu'une montagne formée de couches horizontales, s'affaisse sur sa base et vienne à être renversée d'un côté, les couches horizontales deviendront ou verticales ou inclinées selon les accidens du renversement, mais elles conserveront leur parallélisme, et il me paroît physiquement impossible qu'une couche de pierre dure puisse en changeant de position, devenir courbe ou se plier et prendre la forme ondulée sans quelque fracture. Les lits calcaires ou sablonneux qui composent la chaîne du Jura sont tellement recourbés que dans une section transversale de la montagne, ils ont la figure d'une parabole (Voy. Saussure, *Voyage dans les Alpes*, § 334). Il est donc évident que ces lits avant de prendre la position qu'ils ont maintenant, étaient mous et flexibles.

§ 323. Je crois cependant qu'il est nécessaire d'avertir que très-souvent les stratifications sont apparentes, superficielles et produites par la décomposition. Ailleurs j'ai insisté sur cet article, et j'ai dit que dans quelques montagnes secondaires, on observe une certaine disposition de

couches sur une face, et passé un angle saillant de la montagne, une disposition différente sur la face contigue. J'ai encore souvent remarqué dans les montagnes calcaires quelques lignes parallèles qui semblaient être des divisions de couches : mais en suivant leur direction par un certain espace, on voyait qu'elles disparoissaient et que ces couches apparentes étaient autant de subdivisions d'une couche plus grande qui, de son côté, résultait encore d'autres divisions de la roche. Il me semble que les géologues n'ont pas considéré avec toute l'attention nécessaire, la manière d'agir de la décomposition, ni les modifications qu'elle peut apporter dans les apparences extérieures des roches tant primitives (Voy. § 194) que secondaires. Cette force produite par l'action lente, mais continuée de la lumière, de la chaleur, de l'eau soit fluide, soit dans l'état de glace ou de vapeur, de l'air ou tranquille ou agité par les vents, de l'électricité et de tous ces fluides gazeux qui se répandent ou se reproduisent par le moyen de nouvelles combinaisons dans le sein de l'atmosphère, cette force, dis-je, qui n'a jamais cessé d'agir depuis que le globe s'est consolidé (et il y a bien du temps que cela est arrivé), mérite bien d'être examinée et calculée par le philosophe. Je regarde comme très-probable que la grande irrégularité qu'on observe quelquefois dans les couches

superficielles de quelques roches, dépende de l'inégale distribution de certains oxides métalliques, comme ceux de fer, de manganèse, etc., qui a eu lieu dans l'intérieur de leur masse, à l'époque de leur formation. Les causes de décomposition précitées et spécialement l'oxigène de l'atmosphère portent leur action sur ces matières dans la direction desquelles elles recontrent une moindre résistance; et à mesure qu'elles s'avancent, elles détruisent la continuité des parties de la roche à laquelle elles donnent un aspect de stratification. Confirmons cette conjecture par quelques observations.

§ 324. Près de Lecco sur la route qui conduit de Magianico à Chiuso, on trouve à sa gauche, une montagne calcaire coupée presque à pic, dans un très-petit espace de laquelle on observe une disposition des couches fort singulière. Les premières qu'on rencontre, sont parfaitement horizontales; en continuant d'aller vers Chiuso, on les voit soulevées et posées dans une situation à angle semi-droit. Quelques-unes sont sinueuses, d'autres se replient en arc dont un côté est perpendiculaire à l'horizon. La montagne calcaire de Laveno dans la face tournée à l'ouest, coupée à pic et contigue à l'auberge, présente une disposition de couches verticales, parallèles, ondulées; et la même configuration se fait remarquer dans la face qui regarde le

sud, sans qu'on puisse reconnoître dans la montagne aucun indice de bouleversement. Le savant minéralogiste Marzari m'a communiqué la notice suivante, qui me paroît donner quelque poids à ce que je viens de dire. Le *Covolo de Costoja* est une très-vaste carrière de pierre calcaire grossière, située à sept milles au sud de Vicence, près d'un canal navigable : on en a retiré la pierre de taille employée aux constructions de Venise, Vicence, Padoue, Este, etc.; et elle est abandonnée depuis long-temps. A peu de distance de cet endroit, il y a deux autres carrières de la même pierre que l'on exploite maintenant pour l'usage des villes que je viens de nommer. Observée à l'extérieur, la montagne paroît stratifiée, et présente des couches hautes et horizontales; mais dans l'intérieur des carrières, à l'endroit où l'excavation est récente, on ne voit aucune sorte de stratification laquelle ne commence à se montrer même dans l'intérieur de la montagne, que lorsque la superficie ou les parois des excavations ont été pendant quelque temps en conctat avec l'atmosphère.

§ 325. Je ne crois pas devoir passer sous silence une observation que j'ai faite sur la montagne d'Arona situéee à l'extrémité méridionale du lac Majeur. Cette montagne est divisée en deux parties, l'une méridionale sur laquelle on aperçoit les ruines d'une ancienne fortification;

l'autre septentrionale d'où l'on extrait la pierre pour les fours à chaux construits au pied de la montagne : mais ces deux parties ne sont que les deux sommités les plus élevées de la même montagne séparées par un petit vallon. Les matières qui sont tombées de la partie où l'on a fait des excavations, ont formé un plan incliné sur lequel la végétation s'est établie, tandis que les deux parties latérales coupées à pic, sont entièrement nues et stériles. Le phénomène que présente cette montagne, consiste en ce que dans la partie méridionale, on voit une roche compacte et uniforme, pendant que dans la partie septentrionale, on remarque quelques couches décidées et bien caractérisées. Leur inclinaison est d'environ 45 degrés. Elles s'abaissent vers le sud et s'élèvent vers le nord. D'où vient cette différence dans la configuration des deux parties contigues de la même montagne qui se composent de la même qualité de pierre? Est-il vraisemblable qu'une partie ait été formée, pour ainsi dire, d'un seul jet, et que l'autre partie contigue ait été produite par des précipitations successives dont il est ensuite résulté diverses couches? Si l'on examine la pierre dont se composent l'une et l'autre partie, on verra que quoique cette pierre soit de la même nature, c'est-à-dire, que quoiqu'elle soit un carbonate calcaire, elle présente néanmoins quelques

différences dans ses caractères extérieurs. Dans la partie méridionale, la pierre est compacte, d'un grain fin, de fracture écailleuse, légèrement conchoïde, médiocrement dure, un peu transparente à l'extrémité de ses bords et de couleur d'un blanc-gris. Dans la partie septentrionale au contraire, la pierre est plus tendre, son grain est terreux, sa fracture irrégulière et un peu farineuse, et sa couleur d'un blanc plus parfait. Cette pierre, quoique la même que la précédente, présente tous les indices de sa décomposition, et par cela, elle est plus tendre, il est plus facile d'y pratiquer des excavations, et elle se calcine plus promptement que l'autre. La décomposition s'est tellement emparée de cette montagne, que très-souvent il s'en détache des blocs.

§ 326. L'observation faite par Saussure, sur la route qui conduit de Lyon à Genève, est très-spécieuse. A la distance d'un quart de lieue de Nantua, on voit à sa droite, une petite montagne calcaire isolée, de forme conique, composée de couches d'un côté verticales, et de l'autre pliées en arcs qui enveloppent la montagne comme les couches d'un oignon. Dans quelques endroits, les couches sont divisées par de larges crevasses : qu'on multiplie autant qu'on voudra les renversemens, il ne sera jamais possible de concevoir comment ces couches ont pu se former ainsi; au contraire on y reconnoît

aisément les progrès de la décomposition qui souvent sans attaquer les élémens d'une substance pierreuse, peut en séparer les parties, et les diviser en masses qui aient un aspect de régularité. J'ai vu sur les bords de la mer, quelques rochers calcaires fendus de manière à former de gros parallélipipèdes si réguliers qu'ils rappelaient l'idée des basaltes, bien que la pierre n'eût rien perdu de sa dureté et de sa cohésion. Swinburne se laissa une fois tellement tromper par cette apparence, qu'en parlant des îles des Sirènes près du golfe de Naples, il assura avoir vu des prismes de basalte sur la plage de ces îles, où il n'y a que des rochers calcaires qui par suite de leur décomposition, ont pris une forme quadrilatère très-grossière, et dont la superficie a été noircie par une humidité continuelle. Saussure, § 1230, fait encore mention de quelques montagnes calcaires situées aux environs du village de Bramante, à la base du Mont-Cenis, lesquelles semblent se diviser spontanément en grands rhomboïdes. Ce phénomène qui a été observé trés-souvent dans la pierre calcaire, a probablement beaucoup de rapport avec la forme de cristallisation de la molécule primitive de la chaux carbonatée.

§ 327. Il me paroît donc que la stratification des montagnes secondaires si généralement admise, n'est quelquefois qu'un phénomène purement

superficiel, produit ou par les lignes de retraite qui se sont formées dans la masse à l'époque de sa consolidation, ou par la décomposition elle-même; et que souvent ces apparentes stratifications s'insinuent dans l'intérieur de la montagne aussi profondement que la décomposition a pu pénétrer. Je n'entends pourtant pas généraliser cette idée, et comme je tiens pour certain que les montagnes secondaires se sont consolidées dans le sein de la mer primitive, j'admets qu'il peut y avoir de véritables couches réellement distinguées par les différentes époques auxquelles les précipitations ont eu lieu. Ensuite comme ces précipitations ont subi de fréquens changemens, les géologues ont multiplié leurs observations, pour vérifier dans diverses parties du globe, la nature de ces précipités et l'ordre de leur disposition, à fin de pouvoir assigner quelque règle certaine sur leur gisement, sur leur ancienneté relative et sur le mode de leur formation. Humboldt dans la *Relation historique de son voyage*, tom. 1, pag. 407, établit ainsi l'ordre des formations secondaires, lorsque toutes ont pris un développement égal, c'est-à-dire, lorsqu'aucune d'elles n'a été supprimée ou englobée par les formations voisines; 1.° grès anciens reposant sur le schiste de transition; 2.° calcaire alpin; 3.° gypse ancien (gypse muriatique); 4.° calcaire du Jura; 5.° grès de

seconde formation (molasse); 6.° gypse fibreux; 7.° calcaire de troisième formation; 8.° craie; 9.° calcaire à cérithes; 10.° gypse à ossemens; 11.° grès; 12.° formation d'eau douce. Ce savant auteur observe d'ailleurs, 1.° que les formations 8, 9, 10, 11 et 12 manquent dans la plus grande partie de l'Europe: leur réunion dans un même lieu paroît jusqu'à présent n'exister que dans le bassin de Paris, suivant les belles observations de Cuvier et de Brongniart; 2.° que les calcaires 2 et 4 forment souvent une seule masse, et que partout où les deux formations des gypses 3 et 6 n'ont pu se développer, la suite des roches secondaires se réduit au type infiniment simple de deux formations de grès alternantes avec deux formations calcaires. Humboldt conclud en disant que pour se rendre compte d'un grand nombre de phénomènes de superposition qui paroissent très-bizarres au premier aspect, il faut se rappeler les deux lois suivantes, qui sont fondées sur l'analogie de faits bien observés; 1.° lorsque deux formations se succèdent immédiatement, il arrive souvent que les couches de l'une commencent d'abord à alterner avec les couches de l'autre, jusqu'à ce que la formation la plus neuve se montre sans mélange de couches subordonnées; 2.° lorsqu'une formation peu puissante se trouve placée d'après sont ancienneté relative entre deux grandes formations, on

observe parfois ou qu'elle disparoît entièrement, ou qu'elle est englobée comme couche subordonnée tantôt dans l'une, tantôt dans l'autre des formations voisines. A ces réflexions du célèbre Humboldt, j'ajouterai que relativement à beaucoup de phénomènes que présentent les roches secondaires, il faut en chercher la raison dans la constitution physique de la mer primitive (Voy. § 293) qui n'était pas encore parvenue à l'état où elle est maintenant, c'est-à-dire, qui n'était pas entièrement dépouillée des principes chimiques, qui était douée d'une température bien différente, et dont les eaux étaient souvent agitées par des mouvemens extraordinaires.

CHAPITRE LIV.

Des arénaires et des grès.

§ 328. Le grès, suivant Brochant, est une roche composée de grains plus on moins gros de quartz, quelquefois de schiste siliceux, et très-rarement de feld-spath. Ces grains sont liés par un ciment tantôt argileux ou argilo-ferrugineux, tantôt marneux ou calcaire, et rarement quartzeux ou siliceux. Le ciment est plus ou moins abondant, mais il ne forme jamais la partie dominante. La grosseur des grains est très-variable, et il y a des passages gradués depuis le grès à grains gros et très-gros, qu'on appelle communément *poudingue*, jusqu'au grès à grains fins qui semble compacte et a l'aspect d'une roche simple. Si nous comparons cette description à celle de la grauwake (Voy. § 311), nous verrons qu'il est bien difficile de reconnoître avec certitude, si une pierre doit être rangée dans la classe des grès ou dans celle des grauwakes; et par conséquent pour mettre plus de justesse dans le langage, il conviendrait peut-être d'abandonner les termes de *grauwake* et de *grès*, et de substituer celui d'*arénaire*, qui est entendu de tout le monde, et qui présente à l'esprit, le

caractère extérieur de la pierre dont on peut déterminer la structure, en ajoutant, *à gros grains*, *à petits grains*, etc., et la nature, en se servant des épithètes, *argileuse*, *calcaire*, *siliceuse*, *ferrugineuse*, etc. Ainsi le grès de Fontainebleau sera une arénaire siliceo-calcaire. Si ensuite les grains de l'arénaire sont très-gros, alors nous avons les termes déjà reçus de *brèches* et *poudingue* dont le premier exprime les pierres formées de grains ou parties angulaires, et le second celles dont les parties composantes sont arrondies.

§ 329. Saussure avait observé la nature des arénaires d'après leurs divers gisemens, et voici comme il s'exprime sans aucune confusion de termes dans le § 699 de ses *Voyages dans les Alpes* : « Pendant que les grès et les poudingues » des collines et des monts de nouvelle forma- » tion, ont presque tous pour gluten une ma- » tière calcaire, ceux qu'on trouve immédiate- » ment dans le terrains primitifs, et qui occupent » les intervalles qui séparent ces terrains primi- » tifs, des premières roches secondaires, sont » liés par un gluten quartzeux. » L'origine des arénaires doit être attribuée aux matières terreuses les plus menues, restées après la consolidation de la croûte terrestre, agitées, charriées par les eaux, et puis déposées dans la mer lorsqu'elle couvrait encore beaucoup de parties de notre globe. Comme ensuite la constitution

physique de cette mer, à partir des premiers momens de son existence, a changé successivement, ainsi que nous l'avons déjà dit plusieurs fois, les arénaires déposées dans son sein, pendant ses diverses périodes, présenteront des modifications et des caractères différens qui correspondront à l'état de cette même mer dans laquelle elles ont été produites. Les arénaires plus anciennes (les grauwakes) qui se déposèrent pendant la première période, et lorsque la terre siliceuse restée après la consolidation des roches primitives, était plus copieuse, seront plus chargées de silice; les autres qui se formèrent durant les périodes postérieures, et lorsque les précipitations des carbonates calcaires étaient plus abondantes et plus multipliées, seront plus riches en chaux. On demandera pourquoi les précipitations de la pierre calcaire ne furent en général ni aussi promptes, ni aussi copieuses que celles de la terre siliceuse dans les périodes les plus anciennes de la mer primitive? Cela dépendait de la plus grande facilité avec laquelle la terre calcaire se dissout dans l'eau, lorsque celle-ci contient quelque principe chimique. Si ensuite dans les arénaires plus anciennes, les substances métalliques sont plus fréquentes, c'est parce que celles-ci se trouvaient douées d'une gravité spécifique plus grande, qui provoquait plus puissamment leur précipitation.

§ 330. Brongniart ayant formé une classe de roches *agrégées*, établit deux genres, l'un de roches qu'il appelle *cimentées*, et l'autre des roches *empâtées*. Bien qu'il semble au premier aspect que le *ciment* étant la *pâte* qui unit et lie ensemble les diverses parties, on pourrait regarder ces deux termes comme synonymes, je crois qu'il n'est pas inutile de distinguer les roches dans lesquelles la matière qui lie ensemble les parties, est assez copieuse pour se rendre visible, d'avec les roches dans lesquelles on peut à peine apercevoir par les sens, la manière dont les parties sont unies entr'elles. On peut obtenir cette distinction en appliquant la dénomination de roches *cimentées*, à celles dont les parties sont liées par un ciment peu apparent, et la dénomination de roches *empâtées*, à celles dont les parties sont enveloppées par une pâte très-reconnoissable. Peu importe que dans le langage commun, ces deux termes soient à peu près synonymes; il suffit que les géologues s'entendent sur leur véritable acception. Au genre des roches cimentées, Brongniart rapporte l'espèce *psammite* (pierre d'arène), roche granulaire, composée de petits grains de quartz mêlés tantôt avec des feld-spaths, tantôt avec des micas, unis par un ciment peu sensible, quelquefois sablonneux, d'autrefois calcaire. Ensuite il divise le genre des roches empâtées, en deux

espèces, savoir, les *mimofires* et les *pséphytes.* Il a donné le nom de *mimofires* à ces pierres dans lesquelles un ciment argileux unit les grains distincts de quartz, de feld-spath, de schiste argileux, etc.; et celui de pséphytes (composées de petites pierres) aux roches dans lesquelles une pâte également argileuse enveloppe les fragmens de moyenne grandeur de schiste micacé, de schiste argileux, de pierre à aiguiser, etc.: cependant ce qu'il appelle des espèces différentes, devrait, ce me semble, n'être considéré que comme des variétés d'un même mode d'agrégation. Distinguer ces variétés par des dénominations convenables, ce sera sans doute un moyen d'empêcher qu'on ne confonde les objets; mais comme dans les agrégats pierreux, ces nuances peuvent se multiplier à l'infini, je crois qu'il serait beaucoup plus utile de substituer de courtes descriptions à quelques termes qui dans plusieurs cas peuvent devenir insuffisans. La nature qui dans l'immense variété des corps organiques, s'est toujours réglée sur des types fixes et stables, n'a au contraire fait usage d'aucun type déterminé dans les agrégations pierreuses. C'est à cause de cela que, si dans la classification des êtres organiques, le philosophe peut les réduire à quelques types invariables, il convient au contraire que, lorsqu'il s'agit de faire une distribution exacte et précise des productions composées du règne fossile,

nous nous bornions à des descriptions individuelles. Ceux qui ont eu occasion d'examiner en place les grès, ont pu observer combien de différences se font remarquer dans la composition de ces roches. Quelquefois les grains les plus gros occupent la partie supérieure des bancs, et les plus petits l'inférieure; d'autrefois les grains les plus gros sont mêlés avec les plus petits, et l'on voit les écailles subtiles du mica et les gros grains du quartz associés et empâtés ensemble. Cela ne pouvait arriver autrement au milieu des flots d'une mer agitée par une multitude de causes perturbatrices (Voy. § 293), et qui à cause de l'irrégularité de ses mouvemens, devait produire des agrégations de matières aussi différentes que multipliées.

§ 331. D'après les principes des écoles géologiques modernes, tous les grès n'appartiennent pas à la même période de formation. Au § 298 nous avons parlé des grès qui appartiennent aux formations primitives, et au § 311 des grauwakes ou des grès de transition. A présent nous fairons observer que le grès rouge que les mineurs appellent *rothes todtes liegendes*, dénomination que Brochant traduit par *base stérile rouge* (1), est

(1) Par cette dénomination on a voulu indiquer, 1.° que cette roche est de couleur rouge; 2.° que ne contenant point ordinairement des substances métalliques, on peut l'appeler *stérile*; 3.° qu'elle sert de base à un schiste marno-bitumineux qui quelquefois est chargé de minérai de cuivre.

le plus ancien de tous après la grauwake sur laquelle il repose immédiatement. C'est un agrégat de morceaux de quartz, d'amphibole et de schiste siliceux liés par un ciment ferrugineux de couleur rouge, qui ne fait point effervescence dans les acides; ces fragmens ne sont point unis de manière à être en contact; ils sont au contraire isolés. La seconde formation embrasse les grès *bigarrés* ainsi appelés parce qu'ils présentent diverses couleurs mêlées à bandes. Cette arénaire de formation moyenne a le grain fin et très-uniforme. En général, elle est composée de quartz à grains tantôt angulaires, tantôt ronds, et quelquefois elle est mêlée avec des écailles de mica. Son ciment est tantôt siliceux, tantôt calcaire, d'autrefois ferrugineux, mais le plus souvent argileux. Les grains de la roche sont quelquefois traversés par des bandes subtiles de schiste micacé qui font que l'arénaire devient alors schisteuse. Cette arénaire moyenne est commune dans les formations secondaires des pays où manquent les métaux. Sur le côté oriental du lac Majeur, entre Angera et Ranco, nous avons une formation d'arénaire bigarrée au milieu de montagnes calcaires secondaires. La troisième arénaire plus récente comprend le grès communément blanchâtre, à ciment calcaire et marneux. Dans cette pierre, l'union des petits grains de quartz qui en composent la majeure partie, est

plus foible que dans les formations précédentes; la stratification plus régulière, et la masse taillée par de grosses fentes; ses couches sont presque horizontales et ses fentes se coupent à angles droits: c'est à cause de cela, que cette roche a été appelée *pierre de taille* (1). Le peu de résistance qu'elle oppose à l'air et à l'eau, est la cause des formes bizarres que ses masses présentent, lorsque leurs parties intermédiares se détruisent par l'action des météores. Tels sont les grès d'Olioulles en France qui ont été décrits par Saussure. En allant de Toulon à Marseille, on trouve à la sortie du défilé qu'on nomme les *Vaux d'Olioulles*, une suite de rochers qui attirent l'attention du naturaliste par leur extrême blancheur et par les formes regulières qu'ils présentent: ce sont des grès composés de gros grains

(1) C'est une singularité remarquable, que la tendance qu'ont les grès à se diviser en solides quadrilatères réguliers, c'est-à-dire, en cubes, en rhomboïdes ou en parallélipipèdes. Entre plusieurs exemples, celui que Saussure rapporte dans le § 765, mérite bien de fixer l'attention des curieux. Il s'exprime ainsi: « Vers » le bas de cette descente (il parle de la descente de la sommité du Bon-Homme), on trouve des chalets que je m'étonnai » de voir construits en pierre de taille d'une forme très-régulière. » Je demandai la raison de cette recherche, et j'appris que » c'était la nature qui avait fait tous les frais de cette taille. » Effectivement je trouvai un peu plus bas, des couches d'un » beau grès qui se divise de lui-même en grands parallélipipèdes. » (Voy. ce que nous avons dit à la fin du § 326 sur l'explication d'un phénomène à peu près semblable de la pierre calcaire.)

de quartz transparent et qui n'ont que peu de cohérence entr'eux. Ces rochers de grès se divisent les uns en masses globuleuses qui ressemblent à des boules entassées, les autres présentent de grands prismes hexagones d'une régularité parfaite. Rien de si connu que les roches d'Andersbach, en Bohême, lesquelles dans un espace de trois milles et demi d'Allemagne, s'élèvent j'usqu'à la hauteur de deux cents pieds, sont isolées, de figure plus ou moins conique, et forment un labyrinthe dont on aurait bien de la peine à sortir sans guide. Leur substance est une arénaire, et il est probable que cette colonnade de roches formait jadis le noyau d'une montagne que les pluies et les torrens ont détruite en grande partie. Les eaux ont corrodé la base de quelques-uns de ces énormes cônes, de manière que leur masse porte sur un pivot dont la solidité a à peine un pied cubique. Ces cônes offrent des signes évidens d'une origine commune: leurs couches sont contigues et parallèles entr'elles et à l'horizon. Cette arénaire jeune contient des pétrifications et des lits de charbon fossile et de minérai de fer. Une formation fort intéressante de la même espèce d'arénaire est celle qu'on trouve dans le district de Bellune; elle s'étend dans unè longueur d'environ 24 milles: M.r Catullo en a parlé dans un Mémoire inséré au tom. 35 du *Journal littéraire de Padoue*, et dans d'autres écrits postérieurs.

Ce savant professeur a observé que cette arénaire a son gisement sur un calcaire secondaire, et que bien que sa couleur soit généralement grise, on trouve quelquefois au-dessous une autre arénaire verte. La couleur de celle-ci dépend de la terre verte (baldogée) qui y est disséminée, et dont on voit de petits globules dans diverses parties de la roche. Ces deux arénaires abondent en dépouilles de corps marins dont l'auteur précité a donné la description dans son *Mémoire minéralogique sur l'arénaire de Bellune.*

§ 332. M.r Woigt croit que les grès de la dernière formation dans les terrains secondaires sont un véritable précipité chimique, c'est-à-dire, le produit d'une cristallisation plus ou moins confuse. Le précipité serait mécanique ou un simple sédiment, si les molécules n'avaient été que suspendues dans un fluide au lieu d'y avoir été réellement dissoutes. Une des raisons sur lesquelles cet auteur se fonde, est que dans quelques-uns de ces grès, comme Romé de l'Isle l'avait déjà remarqué (*Cristallographie*, tom. 2, pag. 63), on voit avec la loupe, de petits cristaux quartzeux, non arrondis, mais avec leurs angles et leurs arêtes. Jameson a été encore du même avis (Voy. *Bibl. brit.*, tom. 60, pag. 94). Quelques pierres arénaires auxquelles on donne le nom de grès, observées avec la loupe, ne sont que des amas de petits grains ou cristaux informes d'un

cristal de roche pur et transparent, sans aucun ciment intermédiaire, et qui sont unis par le moyen d'une simple agrégation. M.r D'Aubuisson qui a adopté l'opinion de Woigt, ayant soumis aux analyses chimiques quelques morceaux de ces roches, n'a pu y découvrir aucune substance étrangère. Ces pierres sont composées de quartz pur, mais de structure granulaire, à grains extrêmement petits. A l'époque que les roches de transition et secondaires se formèrent, la terre siliceuse ne manquait point dans les eaux de la mer primitive, et il est très-probable qu'en quelques lieux, cette terre était dans l'état de parfaite solution, en sorte que lorsqu'elle se sépara du fluide, elle forma un précipité chimique. Je suis convaincu qu'il ne faut pas confondre les grès qui ont un tissu égal, homogène et dont toutes les molécules sont exactement semblables les unes aux autres, avec ces autres grès dans la composition desquels on reconnoît des substances qui ont appartenu à des roches différentes: on pourra bien attribuer la formation des premières à une précipitation chimique, mais je ne pense pas que cette opinion puisse s'étendre à toutes les arénaires dont plusieurs ont l'aspect d'agrégations mécaniques, et présentent les parties composantes de diverses substances. Ces mêmes arénaires d'apparence homogène comme sont les grès de Paris, par la facilité qu'elles

ont de se désagréger ainsi que les sables, diquent qu'elles sont bien plutôt de la na d'un dépôt mécanique, que de celle d'un] cipité chimique. On peut voir l'examen de c opinion dans le *Journal des mines*, octobre 1 Le Mémoire sur les formations de l'arénaire M.[r] Karsten, inséré dans le *Magasin de la ciété des curieux de la nature* pour l'an 18 mérite surtout d'être lu. Le naturaliste doit d leurs être très-circonspect touchant la doct des diverses époques de ces formations c quelques-unes établies sur des observations fa dans certaines contrées, sont ensuite, lorsq veut les généraliser, sujettes à bien des ex tions. J'en rapporterai un exemple. Les géolo ont considéré les dépôts de craie comme ap tenant aux formations plus récentes; et ce dant dans le bassin de Paris, il y a une fo tion de craie qu'on doit assurément rapport une des formations secondaires les plus ancien puisqu'elle contient des coquilles pélagienne spécialement des belemnites, et qu'elle est re verte de beaucoup de couches de calcaire quillier, de marne, de gypse, etc. (Voy. *graphie minéralogique des environs de Paris Brongniart et Cuvier*).

CHAPITRE LV.

Des trapps secondaires ou stratifiés.

§ 333. Quoique dans la série des roches secondaires, les formations prédominantes soient celles des arénaires et des carbonates calcaires (Voy. § 327), on y rencontre quelquefois une roche argilo-ferrugineuse, de couleur obscure, semblable en apparence à celle dont nous avons parlé dans le chapitre XLVI, et à laquelle on a donné le nom de *trapp*. Cette roche lorsqu'elle est associée aux substances pierreuses primordiales, appartenant à la première consolidation de la superficie terrestre, est désignée par le nom de *trapp primitif*: par la même raison, on l'appelle *trapp secondaire* ou *stratifié*, lorsqu'elle comparoît dans les formations secondaires. Il convient cependant d'observer que si l'amphibole (Voy. chap. XLVI) est un des principes constitutifs des trapps primitifs, à la place de cette substance, on trouve dans les trapps secondaires, le pyroxène noirâtre ou vert-obscur (augite de Werner) (1). Cette différence qui se fait remarquer dans l'un des principaux élémens, suffirait

(1) Le pyroxène se trouve, 1.° dans les roches primitives comme les pyroxènes dits mussites, alalites, etc.; 2.° dans les trapps

pour nous convaincre que c'est fort improprement qu'en géologie, on donne quelquefois le même nom à des substances différentes. Faujas dans ses *Essais de géologie*, part. 2.°, après avoir fait avec la plume de Buffon, un éloquent tableau des bouleversemens qu'a subis la superficie du globe, explique à la page 276, la manière dont il conçoit que s'opéra la formation des trapps secondaires, formation qu'il fait dériver de la destruction des trapps primitifs. « La même cause, dit-il, » qui a ébranlé tant de montagnes, ayant agi » sur les roches de trapp, en a transporté de » même les débris sous forme de brèche, de » poudingue ou de dépôts terreux. Il est même » assez vraisemblable que dans certains cas, des » eaux saturées de gaz, se sont emparées de » ces terres de transport, et les ont dissoutes » en tout ou en partie. Dès-lors rien n'a em- » pêché que la précipitation de ces matières » n'ait eu lieu sous forme de sédimens solides » ou même de consolidation pierreuse; mais ces

---

secondaires ou stratifiés; 3.° dans les matières évidemment volcaniques. Les premiers sont très-différens des autres deux qui se ressemblent beaucoup. Les trapps stratifiés de la vallée de Fassa contiennent beaucoup de pyroxènes dont la majeure partie appartiennent à la variété *soustractive* d'Haüy, qu'on observe dans les cristaux de pyroxène des contrées volcaniques; et il est à remarquer que ces pyroxènes des trapps de Fassa se réduisent par la décomposition à une terre verte semblable à celle de Vérone (baldogée).

» espèces de trapps secondaires doivent leur
» naissance aux premières, et cette formation
» n'est en quelque sorte qu'un accessoire acci-
» dentel qui dépend d'une cause perturbatrice...
» Ces sortes de trapps remaniés ainsi par les
» eaux, fournissent encore un surcroît de preuves,
» puisqu'ils attestent d'une part, l'existence pre-
» mière des roches trappéennes qui ont fourni
» les matériaux de ces trapps d'alluvion, ce qu'on
» ne saurait trop répéter; de l'autre, elles dé-
» montrent que de grandes révolutions posté-
» rieures à celles qui ont contribué à la forma-
» tion des granits, des porphyres et des roches
» de trapp, ont eu lieu, et ne sauraient être
» raisonnablement contestées par ceux qui ne
» veulent ou ne savent pas observer la nature. »

§ 334. La manière compliquée dont Faujas explique la formation des trapps secondaires, la différence et la multiplicité des idées auxquelles il a recours, considérant ces roches tantôt comme des précipitations et des sédimens, tantôt comme des roches d'alluvion, démontrent la fécondité de son imagination, mais elles attestent aussi l'embarras de son esprit. Il semble avoir adopté du moins en partie, les idées de ces géologues qui enseignent qu'après la consolidation des roches primitives et de transition, la mer se retira de la superficie de la terre, que ses eaux se réduisirent à peu près au niveau actuel, et que

cette période fut de très-longue durée pour que la partie desséchée du globe peut être long-temps habitée. On suppose ensuite qu'il s'opéra une immense révolution, que les eaux dûrent s'élever rapidement et tumultueusement jusqu'au-dessus des plus hautes sommités, envelopper tous les êtres animés qui se trouvaient sur la terre habitée, et amonceler confusément leurs dépouilles avec les fragmens de la matière solide du globe. D'après l'hypothèse de ces géologues, c'est à l'époque de cette catastrophe générale, qu'eut lieu la formation des roches trappéennes stratifiées, et que ces roches furent déposées de manière à couvrir si non toute la superficie du globe, du moins de vastes contrées, quoique maintenant on ne les trouve qu'en masses détachées et rompues.

§ 335. Le savant Jameson regarde comme évident, vu la nature et la position des roches trappéennes, qu'elles aient été formées par un vaste déluge; que l'eau se soit élevée rapidement; qu'ensuite elle soit devenue plus tranquille; que durant ce calme, elle ait déposé les diverses roches qui appartiennent à cette formation; et qu'enfin elle ait repris tout à coup son premier niveau. La stratification interrompue qui appartient aux roches formées dans cette période, et qui les caractérise d'une manière si particulière, est principalement due à cette retraite violente des eaux. Le célèbre géologue Reuss a encore

écrit que les substances pierreuses qui composent la classe des trapps secondaires, sont le résultat d'une générale et extraordinaire inondation pendant laquelle s'opéra d'abord une précipitation mécanique qui ensuite se rapprocha toujours de plus en plus de la précipitation chimique, et devint enfin entièrement chimique et cristalline. Cet auteur a aussi observé que la formation trappéenne se présente toujours dans un gisement déviant et enveloppant, et le plus souvent déchiré et interrompu. Je ne renouvellerai point ici les questions tant de fois proposées, et auxquelles on n'a jamais répondu, savoir, d'où est sortie et qu'est devenue cette énorme masse de fluide qu'on est forcé de supposer pour concevoir ces solutions et ces précipitations? Quels ont été les dissolvans d'une si grande masse de matière, et comment ces dissolvans se sont séparés du fluide acqueux pour donner lieu aux précipations?

§ 336. Au lieu de mettre l'esprit à la torture pour imaginer tant de bouleversemens et des phénomènes si singuliers, il me paroît beaucoup plus simple de regarder les roches dites trapps secondaires ou stratifiés, comme des productions des plus anciens volcans éteints; ce qui acquiert une grande probabilité lorsqu'on examine en particulier chacune des roches qui appartiennent à cette formation ainsi que nous le fairons en son lieu. A peine la superficie de la terre a-t-elle

été consolidée, que les volcans ont commencé à agir, et leur action s'est successivement propagée dans les diverses parties du globe, même dans celles qui étaient encore couvertes par les eaux de la mer primitive animée par une grande chaleur et par la présence de plusieurs principes chimiques. De là, les opérations et les produits de ces volcans ont dû subir des modifications relatives à l'état dans lequel se trouvait le globe à cette époque. Les volcans actuels doivent nous servir de guide dans de semblables recherches, puisque le feu est toujours le premier agent d'un volcan. Mais les apparences extérieures des contrées bouleversées par les volcans dont l'action s'exerçait dans un ordre de choses si différent de celui d'à présent, et les productions de ces volcans ne peuvent pas ressembler entièrement à celles que nous observons près des volcans actuels. On peut lire le beau Mémoire de Menard de la Groye sur le Canton de Beaulieu, en Provence, inséré dans le *Journal de physique*, février et mars 1816; on y trouvera une démonstration très-satisfaisante de l'analogie qui règne entre les terrains de trapps secondaires et les terrains volcaniques, d'où dérive la présomption que de semblables trapps sont le produit des volcans sous-marins. Le gisement sur des substances argileuses commun tant aux trapps qu'aux laves, la facilité de se décomposer en boules

concentriques, phénomène qui appartient exclusivement aux trapps stratifiés et aux laves, la présence du pyroxène, du mica noirâtre ou de couleur de bronze, du fer oligiste et du fer oxidulé, tantôt seul, tantôt uni au titane, qui accompagnent les produits volcaniques, et qui se trouvent encore dans les roches qu'on devrait, d'après leurs circonstances géognostiques, appeler trapps secondaires, etc., tous ces divers traits de ressemblance font penser qu'il y a une connexion réelle et une identité d'origine entre les trapps secondaires et les laves. Quant aux différences qu'on peut y observer, elles procèdent des circonstances dans lesquelles se trouvaient les volcans qui ont produit les trapps secondaires; ces circonstances bien différentes de celles qui agissent sur les volcans connus d'où sortent de véritables laves, consistent en ce que les volcans auxquels on doit attribuer l'origine des roches trappéennes ou des trapps stratifiés, étaient des volcans sous-marins, et que par conséquent leurs produits ont été modifiés par le concours de l'eau. J'ajouterai à ce que dit l'auteur précité, que l'existence de pareils volcans est établie sur un si grand nombre de témoignages, qu'on ne peut la révoquer en doute; et s'il y a même à présent quelques-uns de ces foyers actifs au milieu de la mer, n'est-il pas probable qu'ils dûrent être beaucoup plus multipliés dans les

premiers temps, et lorsque le globe non encore parvenu à cet état de fixité qu'il a acquis dans la suite, était en proie à toute espèce de fermentation et de convulsion. Si, comme il y a lieu de le croire, les eaux à cette ancienne époque couvraient une grande partie du globe, les volcans devaient être alors nécessairement sous-marins. Comme nous trouvons maintenant dans la plus grande partie des terres desséchées, les dépouilles plus ou moins bien conservées d'animaux qui habitaient l'immense domaine des eaux, et des traces de la plupart des effets qui y étaient produits, nous pouvons de même découvrir les vestiges de ces anciens volcans, et ces vestiges sont les roches auxquelles on a donné les noms de trapps secondaires, de trapps stratifiés, de *flots-trapp*. Il y a long-temps que j'insiste sur les phénomènes de ces volcans sous-marins : j'en ai parlé dans plusieurs de mes écrits; et avant moi, Arduino, Fortis, Spallanzani, Dolomieu et autres en avaient fait le sujet de leurs recherches. Concluons en peu de mots en indiquant deux réflexions auxquelles nous donnerons dans la suite un plus grand développement. La première est que si la mer primitive dans laquelle s'allumèrent les volcans, était d'une nature différente de celle de la mer actuelle, comme nous l'avons déjà dit plusieurs fois, la constitution physique de ses eaux devait influer sur les formes et les

caractères des substances pierreuses qui sortaient des bouches du volcan, et se mêlaient avec ces eaux. La seconde réflexion est que quand la mer s'est retirée avec rapidité et violence, des contrées qu'elle couvrait, ainsi que nous le dirons dans la suite, elle a dû détruire les parties fragiles des cratères, et transporter loin de leur lieu natif, les pierres ponces, les scories et toutes les substances terreuses incohérentes, qui par le long cours des siècles, et spécialement par le moyen de la compression et du poids des matières superposées, ont formé des tufs et autres conglomérats. La manière dont ces substances d'une consistance pierreuse, mais tendre sont distribuées horizontalement sur des extensions qui embrassent quelquefois de vastes plaines, démontre l'action d'un fluide, et ce fluide ne pouvait être que la mer. On peut voir mes *Voyages physiques et lithologiques dans la Campanie*, tom. I, pag. 61 et 64. Enfin si le gisement des roches trappéennes secondaires ne répugne point à leur origine volcanique, la ressemblance de leurs caractères avec ceux des véritables laves, rend très-probable cette origine. Mais nous nous réservons à discuter cet objet, lorsque nous parlerons des produits volcaniques dont l'origine est contestée.

CHAPITE LVI.

Du calcaire secondaire.

§ 337. Le carbonate calcaire se montre dans toutes les formations, mais sous diverses apparences et avec différens modes de gisement. Dans les formations primitives, il se trouve réuni aux gneiss, aux schistes micacés et aux schistes argileux (thon-schiffer): il a le grain cristallin, et il est toujours privé de corps marins. Dans les formations de transition, il alterne avec les roches de cette période; son apparence cristalline est moins sensible, et il présente rarement des empreintes de corps organiques. Enfin dans les formations secondaires, on le voit superposé aux roches de transition; son grain a perdu le caractère cristallin, et ce n'est que dans quelques veines qu'il offre la cristallisation spathique. Du reste, il importe d'observer que bien que le caractère général du calcaire secondaire soit d'être privé de toute apparence cristalline, il paroît néanmoins dans quelques lieux, imitant si bien la cristallisation, que sans le concours des circonstances locales, on le prendrait pour un calcaire de transition. Ici l'on pourrait citer les observations faites par Brocchi dans quelques

parties de l'Apennin, sur le calcaire de texture lamellaire qu'on trouve près de Fondi entre Terracine et Capoue, et spécialement sur une autre roche calcaire de Caserte, à l'extrémité orientale des monts Tifates, dont la pâte est saccaroïde, et qui semble être composée de petites lames brillantes. Ensuite comment est il arrivé que le calcaire secondaire ait quelquefois, bien que rarement, pris une apparence cristalline? C'est ce que l'auteur précité attribue à une moindre dose d'argile qui vicie par son abondance la pierre calcaire secondaire commune. Cette conjecture pourrait bien être vraie, et mériterait sans doute d'être confirmée par des analyses comparées: mais j'observe que quoiqu'en général les roches secondaires, par les raisons que j'ai déduites dans le chap. XLVIII, ne soient point cristallisées, il a pu toutefois à l'époque de leur formation, exister dans quelques lieux, un tel concours de circonstances que la matière y ait participé de ce degré de fluidité nécessaire pour une cristallisation au moins imparfaite.

§ 338. Outre les trois espèces de roches calcaires dont nous venons de parler, les géologues en ont introduit plusieurs autres, comme le calcaire alpin qu'ils ont subdivisé relativement à ses diverses qualités; et à celui-ci ils ont joint d'autres espèces distinctes avec les noms ou du lieu, comme le calcaire du Jura, ou de quelque

circonstance concomitante, comme de se trouver dans les hautes montagnes, de contenir des gryphites, des bitumes, etc.; ainsi ils ònt tellement multiplié les distinctions fondées ou sur des circonstances accidentelles ou sur des caractères très-variables, qu'ils ont de plus en plus rendu la classification si compliquée qu'elle ne présente à l'esprit que des idées vagues et confuses. Lorsque les caractères d'une espèce sont souvent communs à ceux d'une autre espèce, il est certainement bien difficile d'assigner entr'elles de véritables limites. En examinant les caractères que quelques naturalistes attribuent aux variétés du calcaire alpin, on voit que plusieurs de ces variétés appartiennent au calcaire de transition, et d'autres au calcaire secondaire. Le seul avantage qu'on pourrait tirer de ces dénominations, dans le cas néanmoins qu'on les appliquerait à des substances dont les caractères auraient été déterminés avec précision, serait celui d'abréger le langage. Ainsi lorsque les géologues s'accordent à appeler calcaire *de transition*, cette pierre calcaire qui est de couleur obscure, qui contient plusieurs parties spathiques blanches soit en petits filons, qui traversent la pierre dans tous les sens, soit en masses cristallines qui y sont disséminées, dont la texture ordinairement compacte passe souvent à celle d'un grain fin, qui est de fracture un peu écailleuse

et plus ordinairement droite que conchoïde, et qui forme plus souvent des couches ou inclinées ou verticales que des couches horizontales; lorsqu'ils s'accordent à donner le nom de calcaire *alpin* à la pierre calcaire qui a une couleur moins sombre, ordinairement d'un gris céndré, qui passe quelquefois au gris bleuâtre et au gris de fumée, dans laquelle les parties spathiques sont plus rares, qui en général a une stratification plus régulière, et qui dans les montagnes s'élève ordinairement d'un côté par une pente douce, tandis que de l'autre elle se termine par des escarpemens qui forment des précipices; lors enfin qu'ils s'accordent à attribuer la dénomination de calçaire *du Jura*, à la pierre calcaire de texture compacte, de fracture conchöide, ordinairement blanchâtre ou d'un blanc grisâtre tirant quelquefois sur le blanc-jaunâtre, dans laquelle les corps organiques sont plutôt rares que fréquens, mais qui renferme des couches subordonnées de grès abondant en corps organiques, spécialement en gryphites, ammonites, belemnites, etc.; lors, dis-je, que les géologues s'accordent sur la valeur de ces dénominations, ils pourraient se dispenser de décrire en détail les pierres calcaires d'une contrée lesquelles présenteraient des caractères semblables à ceux des roches ci-dessus dénommées: c'est ainsi que nous le voyons pratiqué par Humboldt, qui, en parlant de quelques montagnes calcaires des

régions équinoxiales, s'est servi des termes de *calcaire alpin* .... de *calcaire du Jura*, etc.; mais si par ces dénominations, on voulait indiquer tant les caractères extérieurs et les principales propriétés de ces pierres, que les époques de leur formation, et juger de leur plus grande ou de leur moindre ancienneté, on se perdrait dans des conjectures d'autant plus confuses et incertaines qu'on serait souvent forcé à changer de sentiment, et à reconnoître pour plus récent, ce calcaire que, dans d'autres lieux, les circonstances géognostiques nous auraient porté à croire plus ancien, et *viceversa*. Les seules observations locales pourront donc nous mettre à même de décider quelle espèce de pierre calcaire dans telle contrée est plus ancienne ou plus récente. Si nous examinons tout ce qu'a été écrit sur les roches calcaires des Alpes et du Jura par MM.[s] Mohs, Escher, Ébel, Saussure, André, Omalius d'Halloy et Brochant, nous verrons qu'il existe encore beaucoup d'incertitude dans la détermination et dans la classification des mêmes roches.

§ 339. Les précipitations qui donnèrent naissance aux roches secondaires, ne furent pas toujours égales et uniformes. Les premières qui eurent lieu dans une mer encore animée par une grande chaleur et chargée des principes chimiques, dûrent être différentes de celles qui s'opérèrent lorsque la température de cette mer et la

quantité des principes chimiques eurent considérablement diminué. Des variations de ces deux élémens, ont dû nécessairement résulter ces différences observées entre quelques roches calcaires, et qui ont obligé les géologues à admettre diverses époques dans la formation du calcaire stratifié. Mais ces changemens n'ont pas été partout les mêmes ; une foule de combinaisons particulières ont pu dans plusieurs lieux, en altérer le cours régulier et uniforme. Il est possible encore que la précipitation d'une substance ait été suspendue ou modifiée par un changement subit de température ou par le concours de quelqu'autre matière, ou par le prompt développement de quelque gaz. Le plan des opérations de la nature bien qu'uniforme et régulier en grand, a pu dans ses détails être sujet à l'influence des causes perturbatrices.

§ 340. Le calcaire secondaire se distingue principalement par la quantité d'empreintes de corps organiques qu'il contient ; et c'est à cause de cela qu'on l'a encore appelé calcaire *coquillier*. Une singularité qui mérite surtout d'être observée, c'est que certaines familles de corps marins se trouvent constamment dans quelques variétés du carbonate calcaire. Les masses calcaires coquillières forment des chaînes de montagnes stratifiées souvent très-élevées : dans les Pyrénées on en voit qui parviennent jusqu'à la hauteur

de 3600 mètres. La chaîne centrale de l'Apennin qui divise l'Italie dans la direction de sa longueur, est formée en très-grande partie de cette espèce de roche calcaire, qui, dans quelques lieux, douée d'un grain compacte, très-fin et capable de recevoir un beau lustre, fournit beaucoup de variétés de marbre. En observant les diverses formes sous lesquelles les corps organiques marins se présentent dans les pierres calcaires, on est forcé de reconnoître que la consolidation de ces pierres appartient à des époques différentes, et que celles dans lesquelles on voit les coquilles de ces animaux, sont beaucoup plus récentes que les autres dans lesquelles toutes parties organiques ayant disparu, il ne reste que les traces des formes empreintes dans la substance calcaire. Du reste, les combinaisons particulières ont pu donner lieu à quelques exceptions. Parmi les marbres calcaires coquilliers, la superbe lumachelle opaline de Carinthie qui sert de toit à la mine de plomb de Bleyberg, mérite une mention particulière. Cette belle pierre susceptible de prendre le poli, renferme beaucoup de corps marins, qui pour me servir des expressions de M.r Brongniart, se font distinguer par leur nacré brillant et magnifiquement irisé, qui a quelquefois l'éclat rouge-orangé d'un charbon enflammé.

§ 341. Plusieurs naturalistes ont cru remarquer quelque rapport entre les masses calcaires stratifiées et leurs gisemens géographiques à la superficie du globe. Ils ont pensé que les montagnes composées de couches calcaires diminuent en hauteur à mesure qu'on va vers l'équateur, et que dans cette partie du globe, ces montagnes ne s'élèvent pas beaucoup au-dessus du niveau de la mer. Cette opinion est contredite par le voyage de M.r Humboldt. La roche calcaire superposée au grès, et sur laquelle est bâti le sanctuaire de Notre-Dame de Bethléem dans le royaume de la nouvelle Grénade, s'élève de 8186 pieds (2659 mètres) au-dessus du niveau de la mer. La pierre calcaire alpine avec des ammonites, se trouve dans le Pérou à la hauteur de 8156 pieds (2650 mètres). La pente orientale des Andes est couverte de pierre calcaire alpine, et l'occidentale présente une formation problématique de quartz, recouverte par la pierre calcaire coquillière. Dans ce voyage si intéressant pour toutes les branches des sciences naturelles, on trouvera beaucoup d'autres exemples de montagnes calcaires situées au voisinage de l'équateur et qui s'élèvent à des hauteurs considérables. Si Forster en parcourant les latitudes australes presque jusqu'au 70.e degré, observa dans toutes les îles et sur toutes les côtes où il aborda, beaucoup de roches granitiques et très-peu de roches

calcaires; un autre naturaliste, Pallas, nous assure que parmi toutes les montagnes calcaires qu'il a observées entre le 50.e et le 60.e degrés de latitude boréale, il n'y en a point qui ait plus de 100 toises d'élévation. Au contraire dans la Suisse, qui, située entre le 46.e et le 48.e degrés de la même latitude boréale, est beaucoup plus voisine de l'équateur, la formation calcaire du côté septentrional des Alpes, s'élève à plus de 12000 pieds de hauteur. Il paroît donc qu'il n'y a aucun rapport entre l'intensité de la formation calcaire et la situation géographique des lieux.

Dans le calcaire secondaire on touve fréquemment des pierres siliceuses tantôt en petits filons, et tantôt en masses quelquefois arrondies et éparses dans la pâte du calcaire. Comme l'origine de ces pierres est un des problèmes géologiques les plus intéressans, et qu'il me paroît que jusqu'à présent on n'en a donné aucune solution satisfaisante, je crois qu'il convient de le discuter en particulier; ce n'est pas que je prétende le résoudre; mais j'indiquerai quelques observations qui peut-être ne seront pas inutiles à ceux qui voudront s'occuper du même objet.

CHAPITRE LVII.

Des pierres siliceuses qu'on trouve dans les roches calcaires secondaires.

§ 342. Dolomieu dans son Mémoire sur les pierres composées et sur les roches, a bien raison de dire que le silex si commun dans les bancs calcaires et dans les couches de craie, est un grand problème en géologie. Aussi long-temps avant lui, Heuckel s'écriait-il : ô silex ! quelle est donc la matière qui t'a produit! Zimmerman, son commentateur, assure que les pierres à feu, si nous en avions une histoire complète, nous feraient connoître des vérités bien utiles. Il y a peu de montagnes calcaires secondaires du globe, dans lesquelles on ne remarque ce mélange de la pierre siliceuse avec le calcaire. Les voyageurs naturalistes l'ont observé au Cap-Non de l'Afrique, à Cadix, dans la Manche et dans la Provence. L'énorme montagne basaltique du Pic de Ténériffe repose sur un calcaire qui contient des pierres siliceuses, et ce même agrégat forme la base des basaltes de S.[t] Loup près d'Egde, en France. L'Apennin est formé en grande partie, de cette même pierre qu'on peut observer encore en divers lieux peu distans de Milan, comme à Arso,

à Commerio entre Gavirate et Varèse, dans les alentours de Canzo, à Camnago près de Côme, et sur la colline située entre Côme et Chiasso. Dire que la terre calcaire s'est changée en pierre siliceuse ou que celle-ci s'est transformée en pierre calcaire, c'est plutôt trancher la difficulté que la résoudre. Quoique ces métamorphoses d'une terre en une autre, soient admises par quelques naturalistes, et qu'il paroisse qu'il y a des phénomènes qui les rendent si non probables, du moins possibles, je pense qu'abstraction faite des procédés de la vitalité soit animale, soit végétale, qui nous sont inconnus, le naturaliste doit être très-circonspect lorsqu'il s'agit de recourir à ces sortes de transformations. On considère encore les terres siliceuse et calcaire comme des terres élémentaires, c'est-à-dire, indécomposées; et si adoptant la doctrine de Davy, nous les regardons comme des oxides métalliques, l'oxigène sera commun à l'une et à l'autre de ces deux terres, mais leurs bases métalliques simples seront d'une nature différente, et je ne connois point d'observation directe qui puisse nous faire soupçonner le passage de l'une à l'autre.

§ 343. Quelques-uns ont supposé que les lieux occupés par les pierres siliceuses, furent jadis des nids d'animaux marins testacés, molusques, zoophytes, etc., et que l'affinité que la matière organique de ces animaux a avec la terre siliceuse,

roduisit une espèce de séparation entre l'une et 'autre. Mais comme la substance siliceuse est ré-andue en très-grande quantité dans quelques nontagnes entièrement formées de pierre calcaire ompacte, et dans lesquelles on n'aperçoit au-une trace de corps marins, il ne paroît pas que eux-ci aient pu influer sur la production de ces nasses siliceuses ou de ces couches de pierre à eu très-minces. En outre, si la présence des orps marins avait déterminé la terre siliceuse à e concentrer dans quelques pierres calcaires, ourquoi n'en trouverait-on aucune trace dans ant de marbres calcaires qui ne sont qu'un mé-ange de coquilles, et qui cependant ne montrent aucune partie siliceuse.

§ 344. Linné dans son *Système de la nature*, dit : *Silex nascitur in montium cretaceorum rimis, uti quarzum in rimis saxorum.* Comme nous ignorons de quelle manière cet auteur concevait la génération du quartz dans les fentes des pierres siliceuses, il nous serait assez difficile de deviner quelle fut son opinion sur l'origine de pierres à feu qu'on trouve dans les montagnes calcaires. Bien que ce grand homme eût beaucoup observé la cristallisation des fossiles, les idées des naturalistes sur cet intéressant phénomène avaient besoin d'être rectifiées. Nous savons maintenant que le quartz est une cristallisation de la terre siliceuse, et qu'il se forme dans le sein des pierres

siliceuses, là où se trouve un espace propre à la réunion de leurs molécules, réunion déterminée par la force d'attraction ou par la polarité cristallifique. Si telle fut la manière de penser de Linné, il se serait beaucoup rapproché de l'explication que je crois la plus probable. Fortis dans ses *Voyages en Dalmatie*, lettre 1.e, vol. 2, en parlant du comté de Trau, décrit les pierres siliceuses qu'on voit encastrées dans la roche calcaire de cette contrée, et il penche à les considérer comme des fragmens d'anciennes montagnes qui n'existent plus. Cependant après avoir rapporté quelques observations à l'appui de sa conjecture, il conclud en reconnoissant la difficulté qu'il y a d'expliquer un pareil phénomène.

§ 345. Dans mes *Voyages physiques et lithologiques dans la Campanie*, imprimés à Paris en 1800, j'indiquai succinctement un principe qui peut servir, ce me semble, à rendre raison de ce fait; c'est de remonter à la formation primitive des montagnes où l'on observe ce même fait, et de les considérer dans leur passage de l'état de fluidité ou de mollesse à celui de consolidation. Mr Hacquet dans un Mémoire très-intéssant inséré dans le *Journal de Gehlen*, tom. 1, an 1806, après avoir décrit quelques collines de l'Autriche, et principalement celle appelée Zapronci, formée d'une marne calcaire et traversée par quelques lits de pierres à feu, en masses

orbiculaires aplaties, m'a fait l'honneur de rapporter mon opinion. Du reste, il rejette cette opinion, et au principe que j'avais indiqué, il en substitue un autre, disant qu'il croit que ces pierres siliceuses sont propres non-seulement des montagnes secondaires, mais encore de celles d'alluvion, et qu'il est persuadé qu'elles résultent des parties siliceuses, qui, par le moyen de la chaux, ont été dissoutes dans l'eau, et que ce fluide en s'infiltrant dans les pierres calcaires, y a déposées. Il ajoute qu'il a observé quelques-unes de ces masses qui avaient dans leur intérieur un vide tapissé de cristaux de spath calcaire, ce qui lui paroît indiquer que leur origine est très-récente. Il est facile de voir que l'opinion de M.r Hacquet coïncide avec celle de Werner; en effet, celui-ci a pensé que pendant que les dépositions calcaires s'opéraient, il se développa quelque fluide élastique, et que ce fluide faisant effort pour se dégager, forma des cavités irrégulières qui dans la suite ont été remplies par des infiltrations siliceuses. La cause très-probable qui produisit ces fluides gazeux dérivait, suivant Werner, de la décomposition des parties molles des animaux qui demeurèrent ensevelies dans les dépositions, et dont on trouve encore les dépouilles (Voy. *Bibl. brit.*, tom. 52, pag. 83).

§ 346. Mais jettons un coup d'œil sur les circonstances du phénomène; examinons de quelle

et tantôt des masses plus ou moins grandes et isolées, c'est-à-dire, environnées de tous côtés par la substance calcaire. C'est à ces parties siliceuses que l'œil distingue facilement à cause de la diversité de couleur qui résulte d'un degré de transparence que n'a point la pierre calcaire, que nos lapidaires ont donné le nom de *calcédoine*, dénomination qui peut bien manquer d'exactitude, mais qu'on ne saurait certainement regarder comme erronée, vu l'analogie qu'il y a entre la calcédoine et les substances siliceuses. J'observerai encore que la petite colline qu'on traverse en allant de Côme à Chiasso, est formée d'une pierre calcaire siliceuse qui ressemble beaucoup à une variété du calcaire du Jura. Lorsque je visitai cette contrée, je reconnus que la terre siliceuse est généralement éparse dans la pâte de la pierre, quelquefois cependant réunie en masses tellement identifiées avec le carbonate calcaire qu'on ne peut pas douter que l'une et l'autre ne se soient consolidées simultanément. Je ne dois pas passer sous silence une circonstance très-intéressante, c'est la singulière manière dont les deux substances calcaire et siliceuse alternent quelquefois entr'elles. On rencontre fréquemment des masses calcaires qui contiennent un noyau siliceux au quel elles sont unies dans tous les points par un contact si immédiat, que ce noyau paroît être une continuation de la même masse; et quelquefois

dans la partie centrale de ce même noyau, on voit se reproduire la substance calcaire (1). J'ai trouvé quelques échantillons analogues dans la montagne calcaire de Feltre, en suivant la route qui conduit à Bellune, et sur la colline de Camnago, aux environs de Côme, dans une pierre calcaire dont les fentes renferment souvent le spath calcaire à dent de porc (chaux carbonatée métastatique d'Haüy) coloré en noir par une substance bitumineuse.

§ 348. Je regarde comme impossible d'expliquer d'une manière satisfaisante par le principe de l'infiltration (2), les phénomènes que je viens d'exposer. Il est bien plus simple et plus naturel de déduire cette explication, de la constitution physique du corps à l'époque de sa consolidation. Concevons donc une masse molle ou demi-fluide contenant un mélange de diverses terres; l'attraction qui règne principalement entre les parties similaires, entraînera vers quelques points

(1) Il paroît que Zimmerman a fait une équivoque lorsqu'il a dit dans ses notes sur l'ouvrage de M.r Heuckel, que le silex vers son centre ou son noyau, est toujours plus dur, plus pur, plus transparent, tandis qu'on voit fréquemment des pierres siliceuses dont le centre est formé de pierre calcaire.

(2) Quoique Dolomieu ait été le principal promoteur de l'infiltration, et qu'il ait fait peut-être un trop fréquent usage de ce principe, il n'a pourtant pas eu le courage d'y recourir lorsqu'il a parlé des pierres siliceuses unies aux pierres calcaires, et par conséquent il a laissé le problème indécis.

les substances homogènes: ainsi il se formera dans la masse, divers centres d'attraction autour desquels se disposeront les parties homogènes, en se séparant des autres. Cette séparation pourra quelquefois, selon les diverses combinaisons, être si parfaite, que dans le composé, il ne restera aucun mélange d'élémens: mais d'autrefois la séparation sera, pour ainsi dire, grossière, et il en résultera des masses qui bien que distinctes, présenteront néanmoins quelque mélange de petites parties. Ensuite les circonstances d'une plus grande ou d'une moindre compression de la matière calcaire contigue pourront déterminer les diverses figures dans les masses siliceuses encore molles. Je pourrais confirmer ce que je viens de dire par plusieurs exemples. C'est ce que je me réserve de faire lorsque je tâcherai d'expliquer par le même principe, l'origine des dépôts métalliques: je me contenterai pour le présent de faire observer qu'en examinant avec attention la manière dont la pierre siliceuse se trouve unie à la pierre calcaire, il semble évident que la formation de l'une et de l'autre est contemporaine de la consolidation des montagnes calcaires qui les renferment; et comme ces montagnes doivent leur origine à des précipitations qui ont eu lieu dans la mer primitive non encore parvenue à son état actuel, les circonstances dans lesquels se trouvaient les eaux de cette mer,

étaient bien capables d'influer sur les caractères et les apparences des pierres ou calcaires ou siliceuses qui se formaient dans son sein. Le développement des fluides élastiques y devait être très-fréquent tantôt dans une partie, tantôt dans une autre; et lorsque ces fluides gazeux ne pouvaient point arriver jusqu'à la superficie, et se mêler avec l'atmosphère, ils devaient, en raison de leurs masses, produire dans la substance pierreuse qui les renfermait, des cavités tantôt grandes et tantôt petites. Telle est la cause des cavernes, des grottes (Voy. § 139) et des petites cavités. C'est à cette cause qu'il faut probablement rapporter l'origine tant de ces vides qu'on remarque parfois dans l'intérieur des pierres siliceuses, que de ces couches de craie ou de matière calcaire, non consolidée, qu'on rencontre dans quelques lieux au milieu et ou-dessous des couches calcaires consolidées. Si pendant que la précipitation de la matière calcaire s'opérait, un fluide élastique venait à se développer de plusieurs points, il devait nécessairement empêcher le rapprochement des parties, et par conséquent l'agrégation de celles-ci n'aura pu acquérir ce degré de cohérence que requiert la solidité pierreuse.

CHAPITRE LVIII.

Des couches pierreuses et terreuses qui se sont formées dans les eaux douces.

§ 349. Il résulte de ce que nous avons dit jusqu'ici, que les roches qui composent une partie de la croûte de notre planète, et qui ont couvert par leur superposition celles qui doivent leur origine à sa première consolidation, furent produites dans la mer primitive. Cependant à des époques très-postérieures, et après que la mer eut occupé divers lits, comme on le verra dans la suite, il y eut des circonstances dans lesquelles quelques roches pierreuses se formèrent au milieu de ces eaux que nous appellons *douces* (1) pour les distinguer des eaux marines. On a observé dans plusieurs parties du globe de pareilles substances pierreuses dont par conséquent la formation, si elle n'a pas été générale, s'est du moins répétée plusieurs fois et dans différentes contrées. Les premiers qui ont traité ce sujet, sont Gualandris, Lamanon, en France, et Soldani, en Italie. Dès 1776, l'italien Gualandris ayant observé dans l'argile

(1) Pour indiquer les substances pierreuses formées dans les eaux douces, on a proposé le mot *éléogenites* (enfantées par les marais).

de Chantilly, deux couches coquillières, l'une formée de coquilles marines, et l'autre de coquilles fluviatiles mêlées dans la même matière, fit pressentir aux savans quelles lumières pouvait répandre sur l'oryctologie, la recherche de ce phénomène (Voy. *Lettres odéporiques*, pag. 167). Après lui et en 1782, Lamanon insista sur la différence qui se fait remarquer entre les fossiles marins et ceux d'eau douce, et son opinion fut que les formations gypseuses des environs de Paris et d'Aix en Provence, devaient leur origine aux lacs non salés qu'il considérait comme des restes de l'ancien séjour de la mer, lesquels, par un long laps de temps, avaient perdu leur salure à cause du continuel mélange des eaux pluviales.

§ 350. Les idées du célèbre Soldani furent beaucoup plus précises. Voici ce qu'il écrivait en 1798: *Non omnia Hetruriæ loca ex mari, sed ex laçubus quoque magnâ ex parte suam sortiuntur originem, et hinc plura lacustria vel palustria sedimenta suis sæpe donata conchiliis, frequenter occurrunt oculis eorum qui vel leviter in naturæ contemplatione versantur. Ad uberius itaque explendam de conchis marinis dissertationem, agere opus est etiam de testis lacuum nativis, itemque de fossilibus origine lacustribus et palustribus* (Voy. la Préface, tom. 2 de l'ouvrage intitulé: *Testaceographia ac zoophitographia parva et microscopica*). En effet, dans la seconde section de ce volume,

Soldani traite fort au long de plusieurs terrains de la Toscane, dont la formation résulte de dépôts d'eau douce ainsi que cela est démontré par les coquilles fluviatiles qu'on y trouve: et il est à remarquer que parmi les terrains de la Toscane qui appartiennent à cette formation, est surtout comprise la province du Val d'Arno supérieur, laquelle abonde en os fossiles d'éléphans et d'autres grands animaux qui habitent volontiers près des fleuves et des grands lacs. Du reste, malgré les écrits des trois savans naturalistes que nous venons de nommer, l'objet qui nous occupe avait été négligé par les géologues, jusqu'à ce que Brongniart a cru devoir appeler leur attention sur un phénomène si intéressant, et maintenant à mesure que les observations se multiplient, les formations d'eau douce deviennent plus fréquentes et plus étendues, en sorte qu'on commence à reconnoître qu'elles constituent une masse considérable parmi les matériaux de la superficie terrestre. Cette partie de la géologie, bien qu'encore nouvelle, se perfectionnera toujours de plus en plus à proportion qu'on acquerra des connoissances plus précises et plus exactes sur les coquilles terrestres et fluviatiles qui accompagnent les formations d'eau douce.

§ 351. Brongniart pense que les substances pierreuses qui composent le grand bassin dans

lequel est située la ville de Paris, appartiennent à la formation d'eau douce, et que leurs dépositions ont eu lieu à deux époques distinctes et séparées entr'elles par une formation marine très-grande (1). MM. de La-Métherie et Brard se sont opposés à cette opinion. Il ne m'appartient pas de prendre parti dans une cause qui s'agite entre des personnes si instruites en histoire naturelle, et dont la décision dépend en grande partie de l'observation des phénomènes que présente le sol qu'ils habitent, et qu'ils peuvent vérifier journellement. Je me bornerai donc à faire observer, 1.° que suivant les expériences de Beudant qui sont les plus récentes, et dont je parlerai dans la suite, il y a bien des raisons de croire que la même eau soit douce, soit salée au degré des eaux de la mer, peut nourrir à la fois des animaux qui vivent habituellement dans les eaux douces, et d'autres animaux qui se trouvent ordinairement dans nos mers. Or si l'on supposait qu'à une époque quelconque, il a existé dans la nature une pareille circonstance, il ne serait pas bien difficile d'expliquer comment dans une même couche terreuse, on peut trouver des coquilles marines et fluviatiles ; 2.° qu'il

(1) En Angleterre dans l'île de Wight, on a aussi observé une couche formée de dépositions marines, qui a son gisement au milieu de deux couches composées de dépositions et de coquilles d'eau douce (Voy. le tableau qui a pour titre : *Ordre de superposition des couches dans les îles britanniques*).

est certain que comme les fleuves qui ont leur embouchure dans la mer, emportent avec eux les substances terreuses qu'ils rencontrent, on peut soupçonner que les corps organiques soit animaux, soit végétaux, qui se trouvent dans les couches des formations récentes, sont des substances qui ont été transportées de lieux fort distans de ces couches. Le savant naturaliste Ranieri a observé dans les lagunes vénitiennes beaucoup de dépouilles des coquilles terrestres enveloppées dans le limon de ce marécage maritime; et certainement ces coquilles avaient pris naissance et leur accroissement bien loin de là, et y avaient été transportées et déposées par les eaux des fleuves et des torrens qui viennent s'y perdre.

§ 352. Considérons pour un moment le Pô: ce fleuve et les différentes rivières qui s'y jettent, parcourent le Piémont, la Lombardie et une partie des Apennins de l'Italie septentrionale. Chaque année la ligne du Pô s'avance dans la mer d'environ 120 mètres, et ses dépositions s'étendent à plus de mille mètres de la plage. Supposons que seulement depuis deux mille ans, les eaux du Pô ont pris la direction qu'elles ont à présent, néanmoins changeant quelquefois de lit dans quelques lieux. Quel immense amas de substances terrestres et marines ne se sera-t-il pas formé dans cette partie de l'Adriatique qui avoisine

l'embouchure du fleuve? Et si jamais le lit actuel de l'Adriatique venait à changer, en sorte que les eaux prissent une situation différente, quelle vaste extension de terre pourrait se découvrir un jour, dans laquelle les dépositions marines seraient mêlées avec les dépositions terrestres? Jadis le Pô était sujet à des crues extraordinaires dont on a conservé la mémoire, qui se renouvellaient à des intervalles de 40 à 50 ans, et qui malheureusement pour nous sont maintenant devenues beaucoup plus fréquentes, parce que, comme il y a lieu de le croire, on a inconsidérément dépouillé les montagnes de leurs bois. Dans chacune de ces crues, le Pô aura transporté à la mer de grands amas de corps organiques terrestres et fluviatiles, et la mer aura eu l'espace de 40 à 50 ans, pour couvrir ces amas de ses dépositions. Mais il est une autre remarque qu'il importe de faire, c'est que toutes les substances organiques qui sont maintenant transportées avec les terres et déposées dans la mer par le Pô, n'appartiennent pas aux espèces qui existent actuellement parmi nous: le sol du Piémont et celui de la Lombardie abondent en coquilles, en corps marins fossiles et en os fossiles de grands quadrupèdes; comme éléphans, mastodontes, rhinocéros, élans, bœufs de grandeur démesurée, et autres animaux dont les espèces n'existent plus dans ces pays;

ces dépouilles se trouvant mêlées avec celles des corps organiques des espèces actuellement existantes, on croira peut-être un jour que les unes et les autres sont contemporaines et ont habité le même sol, quoiqu'un long intervalle de siècles sépare les époques de leur existence.

§ 353. Malgré ces réflexions, on ne doit pas se dissimuler que l'existence des terrains d'eau douce est confirmée par tant d'observations qu'on ne peut plus raisonnablement la révoquer en doute. De pareils terrains, outre ceux de la Toscane décrits par Soldani, ont été reconnus par Omalius de Halloy dans le département du Cher, dans diverses lieux compris entre les montagnes de l'Auvergne et les plaines de la Champagne et de la Picardie (Voy. *Journal des mines*, n.° 187), comme aussi en Toscane, aux environs d'Ulm, au commencement des vastes plaines du Danube, dans les états de Wittemberg; par Brongniart dans la Limagne d'Auvergne (Voy. *Annales du musée*, tom. 15, pag. 392); par D'Audebord de Ferrusac dans les départemens du Tarn, du Lot et de la Garonne (Voy. *Annales du musée*, vol. 19, pag. 242); par Bigot de Morogues dans les environs d'Orléans; par Bosc proche de Moulins; par Beudant au voisinage de Vaucluse; par Fabre Biguet près Valence; par Menard de la Groye aux alentours de Mans; et par Passinge dans les départemens de la Loire et de la haute Loire.

La caractéristique de ces terrains ou couches est de présenter des coquilles terrestres ou d'eau douce. D'Audebord de Ferrusac que j'ai déjà cité (Voy. *Considérations générales sur les fossiles d'eau douce*) assure que dans les diverses couches qu'on a observées jusqu'à présent, on a trouvé 83 espèces de coquilles fluviatiles et terrestres, dont 25 ont leurs analogues vivantes sur le même sol qui renferme les fossiles; 8 dans les pays étrangers, comme les Indes, l'Amérique; et 50 n'ont été trouvées jusqu'aujourd'hui que dans l'état fossile.

§ 354. Aux environs de Rome, il y a une formation d'eau douce très-étendue; c'est celle qui a produit le travertin, pierre à laquelle les Romains tant anciens que modernes doivent en grande partie la supériorité qu'ils ont toujours eue sur les autres nations, en élevant des monumens aussi remarquables par leur imposante grandeur que par leur belle architecture. Cette roche est disposée en couches horizontales; sa couleur, quand on la tire de la carrière, est blanche, mais après une certain temps elle devient d'un blanc jaunâtre, et prend ensuite une teinte rougeâtre très-agréable à l'œil, et qui contribue à donner aux monumens antiques un caractère de majesté: en général le grain en est terreux, et la fracture inégale; elle présente quelquefois des cavités pleines d'une stalactite calcaire presque spathique, plus blanche que les

autres parties de la pierre, et d'un grain plus fin. Ces taches ont souvent un aspect de régularité, ce qui a fait croire à quelques personnes que le travertin renferme des corps marins, opinion qui paroît peu fondée, puisqu'on n'a trouvé jusqu'à ce jour, dans cette pierre, aucunes substances organiques de cette nature, et qu'on y a seulement découvert quelques fragmens de matières végétales ou quelques coquilles soit fluviatiles, soit terrestres. Soldani observa à Rome dans une colonne de travertin quelques turbinites terrestres qu'il décrit dans le tom. 1, part. 1.re, pag. 17 de l'ouvrage précité. Dans les deux collines du Janicule et du Pincio, dont quelques parties sont renfermées dans les murs de Rome, De Buch remarqua quelques couches de travertin avec de petites élixes fluviatiles et des fragmens de substances végétales, de manière qu'on peut regarder cette formation comme très-étendue dans les envirous de Rome. Je dois ajouter que les temples de Pestum, dans le golfe de Salerne, monumens les plus anciens que l'on connoisse après les pyramides d'Égypte, furent aussi bâtis avec du travertin semblable à celui de Rome. Dans quelques-unes des colonnes de ces temples travaillées à une époque où l'architecture n'en avait pas encore déterminé les justes proportions, j'ai observé des cavités qui contenaient quelques parties stalactitiques, comme on en voit dans le

travertin de Rome, et qui démontrent l'origine de cette pierre. Il existe en Italie plusieurs autres formations de travertin qui ont été examinées par M.r Brocchi, ainsi qu'on peut le voir dans son *Catalogue raisonné d'une collection de roches pour servir à la géognosie d'Italie*, Milan 1817. Il semble donc que Brongniart a eu raison de dire que la formation des terrains d'eau douce a eu lieu plusieurs fois et dans différentes parties du globe, et que beaucoup de roches calcaires doivent leur origine à des dépositions qui se sont consolidées dans ce fluide.

§ 355. Cependant comme les eaux de nos lacs et de nos marais ne déposent qu'un limon léger et incohérent, qui après un long-temps acquiert tout au plus ce degré de dureté qui peut convenir aux tufs, je pense que les eaux dans lesquelles se sont opérées les dépositions pierreuses dont il s'agit ici, devaient être animées par quelque principe chimique qui les rendait capables de tenir en dissolution une grande quantité de matière calcaire. Ce principe chimique était probablement l'acide carbonique ou l'hydrogène sulfuré, puisque nous voyons journellement s'opérer des dépositions pierreuses dans les eaux, qui contiennent l'un de ces principes, comme on le remarque dans la solfatara de Tivoli, aux anciennes dépositions de laquelle on doit attribuer l'origine du travertin; dans les bains de S.t

Philippe, en Toscane, où se forme une semblable pierre; et sur les collines de Ferentino dans le Latium, où à une petite distance de quelques sources sulfureuses, on trouve des couches de travertin (Voy. Spadoni, *Observations faites à l'occasion d'un voyage dans l'ancien Latium*) ainsi que dans beaucoup d'autres contrées.

§ 356. Les formations d'eau douce présentent trois diverses espèces de substances, savoir, le gypse, la pierre calcaire et le calcaire siliceux. Ces substances sont déposées ou en couches successives dans les mêmes lieux, ou isolément dans des endroits différens. Si les émanations sulfureuses ou du gaz hydrogène sulfuré ont, comme nous l'avons dit dans le § précédent, concouru à la production de ces mêmes substances, il est très-facile d'expliquer l'origine du sulfate de chaux. L'hydrogène sulfuré en se mêlant avec l'atmosphère, se décompose, et pendant que l'hydrogène ou se dissipe, ou en se combinant avec l'oxigène, produit de l'eau, le soufre en s'unissant à une autre partie du même oxigène, devient acide et se combine avec les matières calcaires. Le calcaire d'eau douce est celui dont nous avons parlé au § 354. Les eaux chargées d'acide carbonique ou d'hydrogène sulfuré, dissolvent la terre calcaire et la retiennent dans cet état de solution tant qu'elles sont animées par l'un de ces deux principes; mais lorsque

principe par son contact avec l'atmosphère, n sépare, la terre calcaire se précipite et de réunion de ces précipitations successives rélent des masses pierreuses calcaires. Dans ces asses, on observe souvent des cavités cylindriques :égulières, à peu près parallèles quoique sinueu-s, se dirigeant constamment de bas en haut, qui rappellent l'idée d'un fluide gazeux qui dégageant du fond d'une boue, en a traversé masse pour arriver à la superficie. Le carace essentiel de ce calcaire est, comme nous vons dit, la présence des coquilles fossiles nblables à celles qui vivent dans nos fleuves dans nos marais.

§ 357. Le calcaire silicifère abonde dans les rties siliceuses qui le coupent dans toute sorte directions et se lient intimement avec les pars calcaires. Bien que dans le calcaire silicifère, ne trouve point les coquilles fluviatiles qui ractérisent le calcaire simple, Omalius de Halloy nsidère ces deux substances calcaires comme ant la même origine. Il conjecture que cette sence des coquilles fluviatiles dans le calcaire icifère, dépend peut-être de quelque cause lative à la nature du fluide dans lequel se posa le carbonate calcaire, et qui à cause de qualité qu'il avait de dissoudre la silice et en contenir une grande quantité, n'était pas opre à nourrir les corps vivans; et il pense

que les molusques testacées ne sauraient vivre dans les fluides de ce genre. Le même auteur rapporte une observation curieuse et qui mérite d'être vérifiée et étendue, c'est que ces êtres organiques sont excessivement rares dans les terrains purement granitiques et éloignés des terrains calcaires. Il est certain que comme leur coquille se compose de calcaire, là où cette substance est rare, les circonstances sont peu favorables à leur développement.

CHAPITRE LIX.

Tableau des formations par M.r Reuss.

§ 358. Je pense que les géologues seront bien aises de connoître le tableau des formations que M.r Reuss a inséré dans sa *Géognosie* imprimée à Leipsic : c'est à cause de cela que j'ai placé ce tableau à la fin du troisième volume de cet ouvrage. Pour qu'on en puisse mieux saisir les détails, je dois prévenir que ce qui est écrit plus en dedans indique les substances subordonnées à celles qui figurent dans la ligne supérieure : par exemple, dans la colonne des formations du *schiste*, on voit le *quartz* écrit plus en dedans au-dessous du *granit*, du *gneiss* et du *schiste micacé ;* ce qui indique que le quartz forme des couches subordonnées au granit, au gneiss, au schiste micacé. Dans ce tableau, il y a quelques résultats d'observations géologiques, très-précieux; mais on y établit aussi des principes à raison desquels on peut élever bien des difficultés. Mon dessein n'est pas d'examiner la partie purement hypothétique dans laquelle on suppose qu'à diverses époques, l'eau a couvert la superficie terrestre (1) ; j'ai discuté dans un assez grand détail

(1) C'est un principe du système wernérien que les eaux ont plusieurs fois couvert notre planète. Pendant leur premier séjour,

l'hypothèse de la fluidité aqueuse du globe; et dans le chapitre XXIX, je crois avoir démontré par beaucoup de faits géologiques, que quelques roches primitives sont tellement unies ensemble, que souvent elles se modifient l'une dans l'autre d'une telle sorte que leur formation doit appartenir au même système, et que par conséquent on ne saurait concevoir ces diverses formations que de la manière que je l'ai expliqué dans le § 181. En outre, dans le tableau, on distingue trois formations de calcaire primitif, dont la plus ancienne est indiquée par l'expression de *calcaire à gros grains*, caractère qui me paroît très-incertain. Pour ne pas aller chercher

les précipités chimiques cristallisés, qui sont les roches primitives, eurent lieu. Dès-lors, le fluide commença à se retirer graduellement, mais sa retraite fut quelquefois interrompue par des périodes de repos, et encore par des émotions partielles ou des retours à sa première élévation. Ensuite la retraite du fluide devint générale, et elle réduisit peu à peu la mer à son niveau actuel. Ce repos dura quelque temps; mais les eaux de nouveau violemment agitées, s'élevèrent rapidement et tumultueusement jusqu'aux plus hautes sommités où elles séjournèrent assez longtemps pour que la formation trappéenne stratifiée pût s'effectuer, formation qui s'étendit d'une manière continue presque sur toute la superficie du globe, et qui fut déchirée et demeura interrompue lorsque les eaux se retirèrent avec rapidité. Humboldt a observé, en Amérique, à la hauteur de 14,700 pieds au-dessus du niveau de la mer, des basaltes qui appartiennent à la formation trappéenne. Il convient donc de supposer que les eaux parvinrent tout au moins à cette hauteur, la dernière fois qu'elles couvrirent le globe.

des exemples loin de Milan, je citerai ces bancs de calcaire primitif qu'on voit sur le lac de Côme, qui présentent dans quelques-unes de leurs parties, un grain grossier et écailleux, et dans d'autres, un grain si fin que leur fracture ressemble à celle de la cire. J'observe encore que la prévention qui fait qu'on ne veut reconnoître pour volcaniques quelques roches qui par leur gisement, par leurs caractères et par leur parfaite analogie avec les laves, ne peuvent évidemment appartenir qu'à d'anciens volcans éteints (Voy. § 336), j'observe, dis-je, que cette prévention oblige les Wernériens à multiplier à l'excès les formations trappéennes et porphyritiques, et à se perdre dans un labyrinthe de formations. Enfin les observations sur lesquelles le tableau a été combiné, et qui servent de base aux divers âges des roches, selon leur gisement, sont relatives à différentes localités de l'Allemagne, et il reste par conséquent à vérifier si elles ont lieu dans d'autres parties de la superficie terrestre. Dans ce tableau, par exemple, le muriate de soude appartient à une des formations les plus récentes, et cependant nous avons dans les Alpes, ainsi qu'on le verra dans la suite, une saline comprise dans une formation primitive. Du reste, je ne fais que proposer mes doutes, et j'ose espérer qu'ils ne déplairont pas au célèbre auteur qui par ses lumières et par ses écrits s'est assuré une place

distinguée parmi les géologues de notre âge. Pour se convaincre encore davantage de la vérité de ce que je dis, il suffit de comparer la distribution méthodique de M.r Reuss, fondée sur des observations faites en Allemagne, avec les phénomènes géognostiques des îles Britanniques. C'est par ce motif qu'à la suite du tableau de M.r Reuss, j'ai placé celui de M.r Conibeare dans lequel est représenté l'ordre de superposition des roches dans les mêmes îles.

§ 359. La généalogie des formations faite par M.r Reuss, ne concorde pas entièrement avec celles que nous ont données d'autres géognostes. Jameson, membre de la société Wernérienne d'Angleterre, dans le Mémoire cité au § 308, établit trois formations de granit, et deux de siénite. Deux des formations granitiques sont primitives; la troisième est de transition. Dans la nomenclature des roches primitives, cet auteur fait mention du *killa*, roche, qui, d'après une courte notice qu'on en a donnée dans la *Bibl. brit.*, mars 1812, paroît être un gneiss de formation plus récente : selon quelques naturalistes, c'est un schiste dans lequel prédomine la magnésie (Voy. le même journal, février 1814); et selon d'autres, un schiste argileux ou *thonschieffer* (Voy. *Brochant*, tom. 1, pag. 395). Dans quelques contrées de l'Écosse, suivant Jameson, le killa est superposé à la siénite et au granit, et dans

d'autres, il en est recouvert : par conséquent dans le premier cas, il est plus jeune, et dans le second, plus ancien que la siénite et le granit. C'est pour concilier des observations si contradictoires, qu'on a proposé la doctrine des formations plus récentes du granit qui tantôt couvre les schistes argileux, et tantôt alterne avec eux. De là, on a admis, 1.° une formation ancienne du granit, et c'est celle qui alterne avec le gneiss ; 2.° une formation plus récente qui forme des masses transversales dans le gneiss et dans les schistes ; enfin une troisième formation, et c'est celle qui a produit de véritables filons dans les roches de la formation schisteuse. D'après les principes que j'ai posés dans les §.es 180, 186, 187, 188, 298 et 308, on peut du moins en général rendre raison de ces phénomènes que présentent les roches primitives dans leurs divers gisemens, et qui ont obligé les géologues à multiplier les formations d'une manière si embarrassante.

§ 360. Comme les roches qui composent les montagnes et les diverses parties de la superficie terrestre, appartiennent à des formations différentes, savoir, primitives, intermédiaires et secondaires, toute substance soit pierreuse, soit saline, ou métallique ou bien combustible, et généralement tout fossile se rapporte à quelque formation, ce qui constitue son gisement. Maintenant dans tous les bons cours de minéralogie,

en traitant des diverses substances fossiles, on indique leur gisement ou la manière dont elles se présentent, et la nature des autres substances auxquelles elles sont associées. Plus les observations se multiplieront, et plus on verra s'accroître le nombre et l'exactitude des tables qui en ont été données par quelques auteurs, et notamment par M.r Thomson dans sa *Chimie*, tom. 7, chap. III; et il est probable que quelques fossiles que nous regardons comme propres de quelques terrains, se trouveront appartenir encore à d'autres formations. On a cru pendant long-temps que l'épidote et la trémolite n'avaient leur gisement que dans les terrains primitifs, et que ces substances appartenaient exclusivement à ces terrains : cependant De Buch nous assure que dans le Giellebach, près de Christiania, en Norvège, la trémolite associée à l'épidote, se trouve dans un calcaire blanc superposé à un calcaire noirâtre, plein de corps marins, et qui par conséquent est plus jeune qu'une pierre de formation secondaire.

FIN DU IV.e LIVRE.

LIVRE V.

DES IRRÉGULARITÉS DE LA SUPERFICIE DU GLOBE ET DES DÉPOTS MÉTALLIQUES, SALINS ET COMBUSTIBLES.

CHAPITRE LX.

On ne peut attribuer l'origine des montagnes au mouvement de rotation du globe.

§ 361. Après avoir fait un bref examen des diverses substances pierreuses qui composent la superficie de notre terre, nous allons considérer leurs grandes masses, c'est-à-dire, les montagnes. Ces colosses démesurés qui par leur prodigieux volume frappent les regards de celui qui les contemple de près, étaient autrefois beaucoup plus grands (1), si l'on excepte ces accroissemens

(1) Quoiqu'il soit évident que les sommités des montagnes sujettes à une diminution progressive, ont dû être jadis et plus grandes et plus élevées, je présume qu'on sera bien aise de voir cette vérité confirmée par quelque observation directe. Près de la cime la plus élevée du mont Salève dont la hauteur est de 4200 pieds au-dessus du niveau de la mer, M.r De Saussure observa une excavation en forme de puits, d'une énorme grandeur. La profondeur de cette excavation est de 160 pieds, et sa

accidentels et étrangers à la masse des montagnes, lesquels peuvent avoir été produits par l'accumulation des glaces. Quoiqu'il semble au premier coup d'œil que ces accumulations doivent croître progressivement, on voit néanmoins arriver le contraire, et il est facile d'en trouver la raison, si l'on réfléchit sur les circonstances requises pour la formation des glaciers et sur les effets produits par la chaleur interne de la terre, par le soleil, par les vents chauds et par les pluies de l'été et le poids même des glaces qui les entraîne dans les bas fonds, où la température plus chaude de l'été les fait fondre. L'accroissement progressif des glaces n'est pas une chose aussi bien démontrée qu'on le croit communément; et dans l'*Histoire naturelle des glaciers de la Suisse* de

circonférence en a plus de 300. Vers le fond, il y a une ouverture de forme irrégulière de 40 à 50 pieds de hauteur, par laquelle sortent les rayons solaires lorsqu'ils parviennent obliquement jusqu'au fond de l'excavation. La superficie intérieure de ce puits est canneleé de haut en bas par des sillons aussi larges que profonds. Ces cannelures sont si grandes qu'on ne peut les attribuer aux eaux pluviales, puisque dans l'état actuel de la montagne, le puits ne reçoit d'autre eau que celle qui tombe directement du ciel. Il est donc nécessaire de supposer qu'il fut un temps où il existait des parties beaucoup plus élevées et beaucoup plus étendues, capables de rassembler une masse d'eau suffisante pour former une cascade qui eût la force de produire les effets dont nous venons de parler, dans la pierre calcaire dure et compacte dont la montagne est composée (Voy. Saussure, *Voyages dans les Alpes*, § 231).

Gruner et encore dans les ouvrages de Saussure, il y a des observations qui démontrent la diminution de quelques glaciers. Voici les problèmes qui se présentent à l'esprit du géologue, lorsqu'il observe les chaînes de montagnes : quelles sont les causes qui ont produit ces protubérances à la superficie de notre planète ? — qui ont disposé leurs parties en couches quelquefois horizontales, mais souvent inclinées à l'horizon et même perpendiculaires ? — qui ont pu rompre ces énormes masses et creuser ces profondes vallées qui les coupent dans toute sorte de directions ? La-Métherie dans le tome 5.e de la *Théorie de la terre*, a fait une briève exposition des sentimens des auteurs tant anciens que modernes, sur la formation des montagnes, et cette exposition est accompagnée de réflexions très-judicieuses. Ceux qui sont curieux de connoître l'historique de cette partie si intéressante de la géologie, peuvent consulter cet auteur : nous croyons devoir nous borner ici à l'examen de quelques principaux articles qui ont rapport à la formation des montagnes.

§ 362. Lorsqu'on réfléchit sur l'état primitif de notre globe et sur sa forme élevée vers l'équateur et aplatie vers les pôles, la première idée qui se présente naturellement, est que le mouvement de rotation de la terre fut le principe de la formation des montagues dans un temps

où la croûte du globe n'était pas encore consolidée. Cette idée pourrait être confirmée par l'observation que plusieurs des montagnes les plus élevées, dont on a jusqu'à présent mesuré la hauteur, sont dans l'Amérique près de l'équateur : mais on doit faire attention que les plus hautes cimes des Cordilières dans les régions équinoxiales, sont en grande partie des volcans ou éteints ou encore actifs, et que par conséquent leur élévation n'a eu aucun rapport avec le mouvement de la terre; elle résulte seulement de la quantité des matières vomies par les volcans, et de l'intensité de ces volcans. En outre, il y a des montagnes très-élevées qui sont hors des tropiques; et sous l'équateur, on trouve un très-grand nombre de contrées peu exhaussées et de vallées très-profondes, en sorte qu'il semble que le mouvement de rotation n'a nullement influé sur l'élévation des montagnes. Les régions équinoxiales de l'Amérique, dit Humboldt, présentent les cimes les plus élevées et encore les plaines les plus étendues et les plus basses du monde, contraste qui prouve assez que la rotation du globe n'est pas la cause de cette accumulation de montagnes près de l'équateur.

§ 363. En général les chaînes de montagnes qui sont au-delà du 55.° degré de latitude (Voy. Valchenaer, *Cosmologie*, pag. 105), diminuent en hauteur à mesure qu'elles se rapprochent du

pôle : cependant sous le 60.e degré de latitude boréale, les Cordilières s'élèvent à une hauteur presque égale à celle qu'on observe dans le royaume de Quito. Le mont S.t Elia, dit Humboldt, situé sur la côte de l'Amérique opposée à l'Asie, sous le 60° 20′ de latitude boréale, a 5512 mètres (2829 toises) de hauteur, et le pic du *Beau-temps*, sous le 59.e degré de latitude boréale, 4547 mètres (2334 toises). Sur les frontières de la Chine et de la Russie, on a mesuré un pic dont la hauteur est de 2700 mètres: une montagne dans les îles Sandwich excède 5000 mètres, et les plus hautes montagnes du Thibet se trouvent sous des parallèles situés au-delà du tropique du Cancer. Dans notre latitude méridionale et vers le 45.e degré, le Mont-Blanc s'élève à 4754 mètres (2440 toises); c'est une des plus hautes cimes de l'ancien continent (1).

(1) Dans le tableau des hauteurs comparées des montagnes, publié à Londres en 1817, on fait figurer cinq montagnes de l'Asie qui surpassent en hauteur non-seulement le Mont-Blanc, mais encore le Chimboraço de l'Amérique. La hauteur qu'on assigne dans ce tableau au Chimboraço, est de 21,451 pieds anglais : cinq montagnes de l'Asie y sont représentées avec les hauteurs suivantes : la 1.e 23,052 pieds; — la 2.e 24,625 pieds; — la 3.e 24,740 pieds; — la 4.e 25,500 pieds; — et la 5.e qui serait la plus haute du globe, 26,462 pieds. En supposant les mesures exactes, la cime de cette dernière montagne s'élève de 5011 pieds anglais au-dessus de la sommité du Chimboraço, et de 3662 pieds au-dessus du point de l'atmosphère, auquel

Il n'y a donc point de raison qui puisse nous porter à attribuer l'origine des montagnes au mouvement de rotation du globe: néanmoins il me paroît très-probable que ce mouvement de rotation ait eu quelque influence sur leur formation, comme je le dirai bientôt.

---

parvinrent Biot et Gay-Lussac en septembre 1804, et dont le tableau précité fixe la hauteur à 22,800 pieds anglais (*N. B.* 16 pieds anglais font 15 pieds de Paris).

CHAPITRE LXI.

Il n'est pas probable que les montagnes aient été produites par des bouleversemens arrivés dans le globe après sa consolidation.

§ 364. Les partisans du système neptunien supposent, comme nous l'avons déjà dit, que le globe a été formé par diverses précipitations qui se sont opérées dans un fluide: les premières produisirent les granits, les porphyres, les gneiss et les roches feuilletées, le calcaire primitif, etc; après que la mer se fut débarrassée de ces substances qu'elle tenait en dissolution, les précipitations qui succédèrent, donnèrent naissance aux roches de transition et secondaires; puis quelques révolutions arrivées dans le globe, dérangèrent l'ordre des couches de telle manière que les unes furent soulevées, les autres renversées, et toutes mises hors de leur position originaire. La première difficulté que présente cette hypothèse, provient de l'alternation que l'on observe dans les roches composant une chaîne de montagnes. Concevons dans une position horizontale, toutes les couches qui sont à présent ou inclinées ou verticales: comme les roches primitives alternent entr'elles sans aucune régularité constante, et que souvent

une de ces roches se change en une autre (Voy. chap. XXIX), la même chose devait aussi avoir lieu dans la position horizontale; et par conséquent il ne me paroît pas que l'on puisse admettre ces précipitations régulières et successives, d'abord des granits, ensuite des gneiss, des porphyres, etc. Il serait donc bien plus convenable de dire que ces différentes précipitations se sont effectuées sans aucune régularité, et que quelquefois elles se sont répétées après un certain temps, ce qui rend l'hypothèse beaucoup plus compliquée et non moins difficile à concilier avec l'autre hypothèse des divers menstrues ou dissolvans qu'il est nécessaire de supposer, et qui se sont successivement séparés des eaux de la mer primitive.

§ 365. L'hypothèse devient encore plus invraisemblable, si l'on considère l'énorme quantité de matière qui compose une chaîne de montagnes. Que les bouleversemens du globe aient été aussi considérables qu'on voudra l'imaginer, on trouvera toujours beaucoup de difficulté à concevoir dans la nature, une force capable d'ébranler cette énorme masse de matière déjà consolidée, et de la déplacer sans la briser entièrement. Je pourrai me faire une idée d'une partie de la superficie terrestre s'enfonçant par l'écroulement des cavernes souterraines; je pourrai imaginer encore une force explosive extraordinaire se

développant dans quelque partie du globe par une certaine combinaison de circonstances ainsi que j'aurai occasion de le dire : mais qu'après sa consolidation, une masse de matière aussi considérable que celle qui forme une chaîne de montagnes, soit soulevée et mise hors de sa position originaire sans qu'il en résulte une violente séparation et un renversement confus de ses couches, cela me paroît un phénomène qui surpasse les forces connues de notre planète et leur manière d'agir. Il serait inutile de dire que de nombreux soulevemens et écroulemens se sont répétés plusieurs fois et sur différens points, puisque l'uniformité de la direction et de l'inclinaison de quelques couches dans l'étendue totale ou partielle d'une même chaîne, montre que chacune d'elles a été formée, pour ainsi dire, d'un seul jet. Ébel a observé que dans la chaîne des Alpes, toutes les espèces de roches primitives, sans exception, sont disposées par couches et par bancs très-distincts, qui ont constamment leur direction de l'ouest-sud-ouest à l'est-nord-est, de sorte que dans tout le système des couches, on ne voit nulle part le moindre désordre local ou déplacement irrégulier, tandis qu'au contraire on remarque partout une certaine uniformité qu'on ne saurait concilier avec l'hypothèse des bouleversemens et des révolutions.

§ 366. Au premier aspect, les grandes chaînes de montagnes ne présentent que l'image du désordre et de la confusion. On y voit des pics aigus d'une hauteur inaccessible, d'énormes pyramides décharnées, des pentes si rapides que la neige même ne peut s'y soutenir et où les racines des arbrisseaux retiennent à peine un peu de terre végétale; les vallées y sont encaissées par d'immenses escarpemens. Tel est le tableau que Dolomieu fait des Alpes. Mais tout ce désordre n'existe qu'à la superficie; il est l'ouvrage de la décomposition et de ces immenses masses de glace, qui, quand elles se détachent des lieux où elles se sont formées et se précipitent dans les vallées, renversent par leur énorme poids, détruisent et entraînent au loin tout ce qu'elles rencontrent, et font que la montagne prend un tout autre aspect. Cette difformité superficielle n'empêchera pourtant pas de reconnoître la position et la direction des couches qui s'étendent quelquefois bien loin. Je ne puis donc me persuader que les couches inclinées ou verticales des montagnes aient pris leur position actuelle postérieurement à leur consolidation, que dans l'origine elles aient été horizontales, et que les révolutions et bouleversemens qu'a subis le globe, aient changé cette position originaire. A la vérité telle a été l'opinion de Saussure dont l'autorité a entraîné beaucoup de géologues; mais

cette opinion me semble contredite par l'observation que dans ces couches inclinées où verticales, on ne voit souvent, pendant des espaces assez étendus, aucune rupture, tandis qu'on y aperçoit quelquefois des sinuosités et des courbures sans aucune interruption; et certes je ne crois pas qu'il soit possible de changer la position d'un corps durci et consolidé, et de lui faire prendre des plis et des courbures, sans en rompre les parties (Voy. §.es 243 et 322).

§ 367. Saussure fut induit à embrasser l'hypothèse du renversement des montagnes par une observation qu'il fit dans la Valorsina où l'on voit une montagne qui a pour base un granit gris en couches inclinées sous un angle de 60 degrés. Parmi les roches primitives et secondaires, il y a des couches verticales d'un schiste qui renferme beaucoup de cailloux ou fragmens erratiques de roches primitives, les uns angulaires, les autres arrondis, de diverses grosseurs, savoir, depuis la grosseur d'un grain de sable jusqu'à celle de la tête (Voy. *Voyages dans les Alpes*, § 688 et suiv.). Saussure regarda comme impossible et absurde de supposer que de pareilles couches de poudingue se fussent formées dans la position verticale où elles se trouvent, et il pensa qu'il était plus probable de concevoir leur formation comme ayant eu lieu dans une position horizontale, et de conclure de là leur

redressement après qu'elles se furent endurcies. Au-dessus des couches de poudingue sont des couches d'ardoise, d'arénaire, etc., qui conservent la même position verticale, d'où ce savant naturaliste tira la conséquence que l'entière masse de la montagne, élevée de 1181 toises au-dessus du niveau de la mer, a été redressée par la même révolution, c'est-à-dire, que cette révolution a donné une position verticale à toutes les couches qui étaient originairement horizontales; qu'ensuite comme toutes les couches ont pris à peu près la même position que les poudingues, qui font partie de la montagne et ont indubitablement subi un semblable changement de position, il y a lieu de croire que dans l'origine la position de toutes les parties de la montagne était la même, et que postérieurement la même cause a produit leur changement; et qu'enfin en observant les couches de poudingue qui s'élèvent sur la base granitique de la montagne, on ne peut douter que son entière masse n'ait éprouvé un pareil renversement.

§ 368. Mais d'abord on doit réfléchir que si la direction des couches de poudingue est la même que celle des couches granitiques, l'inclinaison des premières est très-différente de celle des secondes comme Saussure le dit lui-même dans le § 691. L'inclinaison des couches des roches granitiques est de 60 degrés, et les couches du schiste qui

renferme les cailloux sont souvent entièrement verticales. Or si une même cause avait redressé les couches horizontales de la montagne, elle aurait dû donner à toutes ces couches le même degré d'élévation. Nous avons déjà plusieurs fois signalé les difficultés qu'on rencontre dans l'hypothèse du soulèvement des montagnes primitives postérieurement à leur consolidation, et l'on a vu que la disposition de leurs couches soit verticales, soit inclinées ou même horizontales peut aisément se concevoir comme un effet produit par les combinaisons du refroidissement, et que comme les séparations de continuité occasionnées par le refroidissement, ont beaucoup d'analogie avec celles qui résultent du dessèchement, on ne doit pas trouver bien extraordinaire que les mêmes dispositions soit verticales, soit inclinées ou même horizontales se fassent remarquer dans les substances pierreuses qui se sont consolidées dans la mer ou qui avaient été mêlées et déposées par les eaux.

§ 369. Saussure trouve beaucoup de difficulté à concevoir que des pierres de la grosseur de la tête se soient arrêtées au milieu d'une fente verticale, jusqu'à ce que les petites parcelles pierreuses soient venues les envelopper et les fixer dans cette position. Cette invraisemblance, dit-il, s'accroît lorsqu'on observe la texture de la pâte qui unit les cailloux et se compose d'un

schiste dont les feuilles élémentaires sont excessivement minces. Mais j'observe que Saussure en parlant de la grosseur des cailloux, dit qu'il y en a de toutes les grandeurs et que quelques-uns peuvent être comparés à des grains de sable, ce qui donnerait lieu de croire que cette poudingue est une espèce de grauwake. Je ne vois donc pas qu'il y ait de l'invraisemblance à supposer que la mer, quand elle couvrait cette montagne, ait transporté tous ces cailloux unis avec un sable et une boue atténuée, et les ait déposés dans ce lieu où ils ont rempli le vide de quelque grande fente. La boue subtile en séchant, a formé le schiste dans lequel les grains de sable et les cailloux sont restés enveloppés.

Si ensuite on ne veut pas absolument se départir de l'idée que la position originaire d'un grand nombre de couches primitives fut horizontale, il me semble beaucoup plus naturel de penser que leur position subséquente fut l'effet de diverses combinaisons qui purent avoir lieu lorsque ces couches n'étaient pas encore consolidées ; et l'on trouve dans le développement des gaz, une cause proportionnée à l'effet qu'on veut expliquer. Du reste, ceci ne peut point s'appliquer aux couches de brèches observées par Saussure.

CHAPITRE LXII.

Il n'est pas vraisemblable que les montagnes aient été soulevées par l'action des feux souterrains.

§ 370. Lazare Moro et Hutton ont attribué à la violence des feux souterrains, le soulèvement des couches de la terre et le bouleversement de sa superficie ; mais les difficultés que cette opinion présente d'abord à l'esprit, sont, 1.° que les feux souterrains dont nous pouvons connoître la manière d'agir et calculer la force d'après les effets qu'ils produisent, ne paroissent pas être des causes proportionnées aux phénomènes dont il s'agit ici. La chaîne des Alpes a environ six mille lieues carrées de superficie: quelle serait la force volcanique capable de soulever cette énorme masse de matière sans la rompre dans toutes les directions ? Plusieurs volcans voisins pourront bien par leurs diverses éruptions former des montagnes considérables; mais nous ne saurions nous faire une idée d'une activité volcanique assez intense pour soulever de pareilles chaînes de montagnes ; 2.° que dans la plupart des grandes chaînes de montagnes, si l'on excepte celles de l'Amérique, on ne remarque aucune trace de feux volcaniques. La chaîne des Alpes

qui est peut-être celle qui a été examinée avec le plus de soin, n'offre aucun vestige de volcans; on voit seulement à sa base méridionale, la ligne des monts Berici et Euganéens qui, suivant les Wernériens, appartiennent à la formation trappéenne, et que je regarde comme des restes des plus anciens volcans éteints, qui, s'étant allumés au milieu des eaux de la mer, mêlèrent leurs éruptions aux dépositions de cette mer. A cette ligne qui s'étend probablement dans le Tyrol, appartient, ce me semble, la vallée de Fassa (1), célèbre par ses beaux produits. Mais il n'y a aucun indice que cette série de volcans éteints se propage dans l'intérieur de la chaîne alpine; 3.° qu'un soulèvement produit par une cause qui aurait agi de bas en haut, comme l'action d'un feu souterrain, aurait dû renverser et disperser les parties supérieures des montagnes dans la plupart desquelles on ne remarque néanmoins aucune trace de bouleversement. Pour abréger, je passe sous silence beaucoup d'autres raisons que je pourrais indiquer ici; mais comme cette doctrine a été principalement avancée par l'illustre Pallas, il ne sera pas inutile d'examiner les idées de

(1) Le savant Brocchi nous a fait connoître par un Mémoire très-instructif, cette intéressante contrée. Il n'a rien laissé à désirer pour ce qui regarde la partie oryctologique; mais relativement à quelques théories géologiques, je suis certain qu'il a maintenant adopté des principes bien différens.

ce naturaliste; elles se réduisent aux principes suivans :

§ 371. 1.° Il fut un temps où les hautes chaînes granitiques formaient des îles à la superficie des eaux que n'arrivaient pas jusqu'au sommet de ces hautes chaînes.

2.° La décomposition du granit produisit les sables quartzeux, spathiques et micacés qui unis en grès et en schistes, formèrent les anciennes chaînes.

3.° La mer transporta les matières légères, combustibles et ferrugineuses produites par la dissolution des animaux et des végétaux dont elle était peuplée, et en les déposant dans les couches qui se formèrent sur le granit, elle produisit les amas de pyrites d'où résultèrent les volcans qui s'allumèrent dans diverses parties du globe.

4.° Ces antiques volcans dont les traces ont été effacées par le cours de siècles innombrables, renversèrent les couches déjà consolidées par le temps, et produisirent les premières montagnes de la série schisteuse et ces montagnes calcaires qui ont une roche solide et sans pétrifications. Alors se formèrent les cavernes et les fentes qui furent postérieurement remplies par diverses matières, même métalliques. Ces opérations des volcans continuèrent en différens endroits, spécialement dans le voisinage et dans le fond de

la mer : c'est à leur force qu'il faut attribuer la production des îles et peut-être même le soulèvement de ces énormes alpes calcaires de l'Europe qui étaient jadis des écueils de corail et des bancs de coquilles.

5.° Les terres produites sur les montagnes tant par la décomposition du granit et des autres pierres que par la destruction des plantes et des animaux, et les fragmens des roches transportés par les torrens, accroissaient l'étendue de la terre en faisant reculer la mer qui était souvent encore forcée de se retirer par quelque volcan qui s'enflammait. Cette diminution des montagnes jointe à la consommation probable des eaux, n'aurait pas suffi pour mettre à sec les couches marines de nos collines maintenant très-éloignées de la mer.

6.° Pendant qu'une grande étendue de pays à la base des anciennes chaînes, était peuplée d'animaux et couverte de forêts, il dut s'opérer dans le globe de nombreuses convulsions suivies d'éruptions gigantesques, qui, partant du fond de la mer, soulevèrent les flots et les forcèrent à venir avec violence inonder une grande partie des terres habitées et même les montagnes les plus élevées. En même temps s'ouvrirent dans l'intérieur du globe d'immenses cavernes où une partie des eaux de la mer se déchargea. La mer n'a pas couvert les plus hautes cimes des montagnes; une masse d'eau nécessaire pour surpasser de telles

hauteurs sur la superficie du globe, n'aurait pas un espace suffisant dans l'intérieur de cette sphère, quand bien même on voudrait la supposer pleine de cavernes.

7.° Enfin Pallas d'après les observations de Jussieu sur les plantes indiennes que l'on trouve dans les ardoises d'Europe, a conclu que l'inondation qui transporta ces plantes, dut venir du sud ou de l'océan des Indes, ce qui est prouvé par les restes des animaux terrestres qu'on rencontre dans les terres arctiques et qui ne vivent qu'entre les tropiques. Dans tout l'archipel des Indes depuis l'Afrique jusqu'au Japon et aux terres australes, on découvre des traces de volcans, et ceux qui y subsistent encore sont les plus grands et les plus furieux du monde connu. La première éruption de ces feux qui soulevèrent le fond d'une mer très-profonde, et donnèrent naissance aux îles de la Sonde, aux Moluques et à une partie des Philippines et des terres australes, dut pousser une immense masse d'eau, qui, heurtant contre la barrière que lui opposaient au nord les chaînes unies de l'Asie et de l'Europe, et pressée par les vagues qui se succédaient, causa des bouleversemens et d'énormes ouvertures dans les terres basses, et surmontant les parties le moins élevées de la chaîne, y déposa et ensevelit, sans aucun ordre, les fragmens des arbres et des grands animaux enveloppés dans ces désastres.

§ 372. Telles sont les idées de ce célèbre géologue sur l'origine des montagnes et sur les causes qui ont produit les bouleversemens et les irrégularités de la superficie terrestre. Pour ne pas répéter ce que j'ai déjà dit, je mettrai à l'écart ces difficultés qu'on peut élever contre toute hypothèse dans laquelle on suppose des soulèvemens et des bouleversemens postérieurs à la consolidation de la croûte du globe, et je me bornerai à faire quelques courtes réflexions sur les principales propositions de M.r Pallas.

On pourra, si l'on veut, rapporter la formation des grès et des schistes aux sables qui sont le produit de la décomposition des granits; mais il ne me paroît pas probable que cette doctrine soit susceptible d'une application générale, et il est bien plus naturel de penser qu'après la cristallisation des roches primitives, il resta beaucoup de substances terreuses qui ne s'étaient point unies dans la cristallisation générale, et qu'un très-grand nombre d'autres résultèrent de la trituration des parties voisines de la superficie, lesquelles avaient été boursouflées et rendues poreuses par le développement des gaz: ces substances agitées par le mouvement de la mer et par le choc des autres corps, se rompirent, furent atténuées et réduites en sables, et formèrent ensuite ces roches dans lesquelles au lieu de la force de cristallisation, prédomine

celle d'agrégation, et qu'on doit bien plutôt considérer comme des précipités mécaniques que comme de véritables cristallisations chimiques qui supposent une solution préalable (Voy. ce qui est dit dans les §.es 307, 331 et suiv.). Si l'on réfléchit que les granits contiennent souvent des pyrites, on ne peut point admettre l'origine des sulfures métalliques de la manière que M.r Pallas le suppose. Au surplus, en traitant des volcans, j'exposerai les difficultés auxquelles est sujette l'hypothèse qui attribue leur embrasement aux pyrites : je me bornerai pour le présent à faire observer que quelques volcans se sont formés dans des terrains granitiques ; donc les matières qui les ont produits étaient ou renfermées dans le granit, ou placées au-dessous de cette roche.

Les volcans ont fait sortir du fond de la mer des îles qui, par des éruptions successives, ont acquis une grande étendue. Ces volcans pourront encore par leurs éruptions répétées, former de très-hautes montagnes, comme cela est probablement arrivé pour une grande partie de la Cordilière, en Amérique, puisque dans cette grande chaîne de hautes montagnes, il y a plus de cinquante bouches ignivomes. Cependant une force explosive capable de mouvoir et de soulever des chaînes de montagnes aussi grandes que nos Alpes, sans laisser partout les traces du désordre et de la confusion, est très-difficile à

concevoir, et devient encore bien plus inconcevable si l'on réfléchit qu'elle n'a formé aucun cratère. Une suite de siècles, pour si longue qu'on la suppose, pourra détruire les parties fragiles d'un cratère, en effacer l'image; elle pourra disperser les scories, les pierres ponces et les matières incohérentes et terreuses qui auront été vomies par le volcan; mais elle ne pourra pas faire disparoître les courans de laves qui forment des substances plus dures que le calcaire, et qui offrent plus de résistance à la décomposition que les roches granitiques. J'ignore s'il y a de semblables courans de laves dans les Alpes proprement dites, à moins que ce ne soit dans quelque lieu situé à la base de ces montagnes ainsi que je l'ai déjà dit. Est-il possible en effet qu'une force volcanique ait eu assez d'énergie pour soulever de grandes chaînes de montagnes sans s'ouvrir un passage, sans former aucun cratère et sans produire de nombreux courans de laves? Il y a plus; la formation d'une chaîne de montagnes (Voy. *Bibl. universelle*, septembre 1816, pag. 30) suppose une action directe, dans le même sens, sur une ligne plus ou moins étendue, quelquefois de plusieurs centaines de lieues, circonstance ou condition très-différente d'une action semblable à celle d'une mine ou d'un volcan, laquelle aurait une centre ou un point autour duquel elle devrait s'exercer, et dont les

effets produits se présenteraient nécessairement sous la forme sphérique.

§ 373. On verra dans la suite que le séjour de la mer sur la cime des montagnes très-élevées, a été non passager et de courte durée, mais long et permanent, et sa retraite rapide, tumultueuse et violente; que si quelques phenomènes géologiques démontrent que dans quelques contrées il s'est formé des amas de matières transportées par des alluvions, d'autres phénomènes font voir que les corps organiques ont végété et vécu dans les mêmes lieux où l'on trouve leurs dépouilles dans les couches superficielles, et que ces dépouilles n'y ont point été transportées de pays lointains. Le mode de gisement de ces substances, leurs caractères, leur nature, leur état et la configuration du sol qui les renferme, doivent nous servir de guide dans les jugemens que nous porterons sur leur origine. Telle explication qui convient à un phénomène pourra n'être pas applicable à un autre qui présente des circonstances différentes, et peut-être beaucoup d'erreurs en géologie, sont-elles l'effet du désir qu'on a de généraliser les doctrines et les explications des faits.

§ 374. Enfin pour ce qui regarde l'élévation à laquelle la mer a pu parvenir, comme l'on trouve les restes des corps marins jusqu'à la hauteur de douze à treize mille pieds au-dessus du niveau de la mer, celle-ci doit donc avoir

couvert au moins les cimes granitiques qui ne surpassent pas cette hauteur. Il n'était pourtant pas nécessaire que toutes ces cimes restassent couvertes par les dépositions ; il est possible que celles-ci n'eurent point lieu en quelques endroits ou qu'elles ne se consolidèrent pas, ou qu'elles furent emportées par la mer lorsqu'elle se retira avec violence. Pallas (Voy. ses *Voyages dans les parties méridionales de la Russie*, tom. 1, pag. 566), en faisant la description de la contrée granitique des environs de la Berda, observe que la roche de cette contrée n'est surmontée par aucune espèce de couches de formation secondaire, et que sa superficie ne présente aucun vestige de calcaire coquillier, quoique les couches de celui-ci soient à peu près de la même hauteur que la roche granitique à laquelle elles sont contiguës, ce qui démontre qu'à la même époque la mer a dû couvrir l'une et l'autre roche. Cependant quand on dit que la mer a été douze ou treize mille pieds plus élevée qu'elle ne l'est maintenant, on ne doit pas concevoir une masse d'eau qui de la profondeur actuelle de la mer, se soit élevée jusqu'à cette hauteur sur toute la superficie du globe. Pour couvrir les plus hautes montagnes, il eut suffi qu'à la mer actuelle, eût été jointe une masse d'eau d'environ deux lieues de rayon, et le globe en ayant 1432 $\frac{1}{2}$, il ne serait pas difficile d'imaginer que cette masse de

fluide ait pu se réfugier dans les cavernes de la terre (1); je suis néanmoins porté a croire que le fond de la mer primitive était beaucoup plus élevé, et qu'il s'est abaissé par l'écroulement des cavernes; et il me paroît très-probable que cette mer fût divisée et séparée en plusieurs mers distinctes qui ne communiquaient point entr'elles, et qui soutenues par des chaînes de montagnes, pouvaient avoir des niveaux très-différens, comme je l'exposerai dans la suite.

---

(1) L'hypothèse de ces cavernes ne répugne point à ce qui a été dit dans le § 33 sur la densité moyenne du globe, toutes les fois qu'on suppose ces mêmes cavernes voisines de la superficie de la planète, et la partie centrale de celle-ci de nature métallique (Voy. §.es 33 et 34). Afin qu'on ne m'accuse pas d'être en contradiction avec moi-même, je dois faire observer qu'il est fort différent de supposer une masse d'eau qui s'élève à la hauteur de 12 à 13 mille pieds, et d'en imaginer une autre capable de tenir en dissolution ou du moins suspendue la matière terrestre qui a formé la croûte de notre globe. On peut trouver une retraite à la première, mais il est impossible de supposer une issue pour la seconde, comme je l'ai déjà démontré.

CHAPITRE LXIII.

Disposition des montagnes et des roches qui les composent.

§ 375. Avant d'exposer les conjectures qui me semblent les plus probables sur l'origine des montagnes, je crois qu'il convient de faire précéder quelques observations générales puisées dans les ouvrages des plus savans géologues sur la disposition des montagnes et des roches dont elles se composent.

Les principales montagnes sont, en Europe, les Alpes, les Pyrénées et les monts Scandinaves qui divisent la Suède de la Norvège; en Asie, l'immense chaîne de monts Altaï, laquelle sépare la Tartarie européenne de la Chine, se rattache aux monts très-élevés du Tibet, et va joindre l'Amérique septentrionale, comme aussi la chaîne des monts de l'Ural dont la direction est du sud au nord, séparant l'Asie de l'Europe; en Afrique, le mont Atlas et les monts de l'Abissinie; dans l'Amérique méridionale, les Cordilières auxquelles on donne plus de mille lieues de longueur sur deux à trois cents lieues de largeur, et qui par l'isthme de Panama s'étendent dans l'Amérique septentrionale. La hauteur de quelques-unes de

ces montagnes est sans doute bien surprenante ; cependant en supposant qu'elles ont 3500 toises d'élévation (le Chimboraço en a seulement 3350), elles ne seraient par rapport au diamètre de la terre, que comme une hauteur d'un huitième de ligne sur un globe de deux pieds de diamètre (Voy. Buffon, *Époques de la nature*, 2.e époque). Ce n'est donc pas sans raison que quelques-uns ont comparé les irrégularités de la superficie terrestre aux rugosités d'une orange.

§ 376. Plusieurs géologues d'après Buache pensent que ces chaînes de montagnes forment certaines séries non interrompues, qui partant du grand plateau (1) de l'Asie, divisent la superficie terrestre en quatre pentes inclinées ; l'une vers l'océan dont la Méditerranée, l'Adriatique, la Baltique, etc., sont des golfes ; l'autre vers la mer des Indes ; la troisième vers le grand océan ou la mer Pacifique ; et la quatrième vers la mer Glaciale (Voy. Buache, *Géographie physique*). Cependant comme cette continuité de montagnes a des interruptions physiques dans plusieurs points de la superficie de la terre, et que dans d'autres pour en maintenir le prolongement,

(1) Buache, à ce que je crois, est le premier qui a fait usage du terme de *plateau* pour indiquer une étendue de pays très-vaste et très-élevée, d'où partent comme autant de rayons diverses chaînes de montagnes, et dans laquelle plusieurs grands fleuves prennent leur source.

on est obligé d'admettre des anneaux imaginaires pris dans la mer, nous pouvons considérer ces chaînes de montagnes comme réellement distinctes et séparées entr'elles, et cela avec d'autant plus de raison que les directions observées par les géologues, ne sauraient se réduire à celles qui résulteraient de l'idée de Buache, auquel, suivant l'expression de Malte-Brun (*Géographie universelle*, tom. 2, pag. 181), un banc de sable, un écueil à fleur d'eau, etc., ont suffi pour supposer une chaîne sous-marine entre quelques parties du monde très-éloignées les unes des autres.

§ 377. Il paroît que les chaînes de montagnes les plus étendues ont une direction constante de l'ouest à l'est, ou que du moins elles se rapprochent beaucoup de cette direction. Les Alpes sont dirigées du sud-ouest au nord-est avec une très-petite déviation. La très-longue chaîne de montagnes qui, sous diverses dénominations, s'étend depuis la mer d'Azow presque jusqu'à la mer du Nord, et forme la chaîne du milieu de l'Europe, se dirige de l'ouest à l'est. L'Asie est traversée par une file de monts qui tend de l'ouest à l'est. Près des côtes de la mer Noire et de la Méditerranée s'élèvent les montagnes du Taurus lesquelles occupent toute l'Asie mineure et passent ensuite dans le Caucase et dans le colossal Imaüs qui se composant d'une infinité de chaînes, traverse dans la direction de l'ouest à l'est, les

pays au nord du Bengale, la Chine septentrionale et toute la Tartarie, et s'étend jusqu'à la mer du Sud. L'Afrique est coupée par des chaînes de montagnes entre les fleuves le Niger et le Zaire, et au nord du grand désert de Sahara, par les chaînes de l'Atlas, toujours dans la direction de l'ouest à l'est. Dans l'Amérique méridionale, suivant les observations de Humboldt, les Cordilières aussi élevées que les Alpes, s'étendent de l'ouest à l'est; et la chaîne de montagnes qui coupe les États-Unis dans une longueur de deux cents lieues sur une largeur moyenne de 40, est dirigée du sud-ouest au nord-est (1). La seule chaîne de l'Ural qui sépare l'Asie de l'Europe, a sa direction du nord au sud; mais cette exception est peu de chose, vu la généralité de tant d'autres exemples d'une direction contraire. Walckenaer, bien qu'il ait soumis à une autre règle la direction des grandes chaînes de montagnes, reconnoît que les élévations les plus considérables sont dirigées, en Asie, de l'ouest au nord-est; en Europe, de l'est à l'ouest; et que l'Atlas qui est la plus haute chaîne qu'on connoisse en Afrique, se prolonge dans le même sens. A la vérité en Amérique, la chaîne des Andes tend du sud au nord, mais les nombreux

(1) J'ignore sur quel fondement M.r de La-Métherie a avancé (Voy. § 1145) qu'en Amérique la direction des chaînes de montagnes est du nord au sud.

et démesurés volcans de cette partie du globe en ont pu changer l'aspect primitif. En effet, quelle immense chaîne de montagnes n'ont pas dû produire plus de cinquante volcans dont la majeure partie ont une sphère d'activité plus grande que celle de l'Etna! Du reste, dans les deux continens de l'Amérique, les chaînes de montagnes ont, comme nous l'avons déjà dit, une direction conforme à la règle générale.

§ 378. D'après beaucoup de naturalistes, il règne un certain ordre entre les roches qui composent les grandes chaînes de montagnes. On peut considérer ces grandes chaînes comme formées de cinq bandes appuyées les unes contre les autres, et composées de trois espèces de roches dont deux de droite et de gauche sont semblables entr'elles : la première bande, qui est la centrale ou primitive, forme l'axe de la chaîne, s'élève au-dessus des deux autres, et se compose de granit. La bande qui se rapproche le plus de celle du centre, tant d'un côté que de l'autre, est généralement formée de pierres feuilletées, comme gneiss ou granit feuilleté dans lequel prédomine le mica, schistes, ardoises, etc. Vient ensuite celle qui s'appuie contre les schistes, située à droite et à gauche des deux chaînes schisteuses et qui est composée de marbres salins ou colorés ou blancs à grain cristallin. A ces trois espèces de montagues primitives sont adossées les montagnes

secondaires dans lesquelles commencent à se montrer les corps organiques fossiles. Le Caucase qui occupe l'espace compris entre la mer Caspienne et le Pont-Euxin, est, suivant Pallas, une des grandes élévations granitiques qui existent sur le globe; il est régulièrement accompagné de ces bandes schisteuses qui recouvrent toujours les côtes des grandes chaînes, comme aussi des montagnes secondaires et tertiaires; et si le calcaire secondaire s'étend beaucoup plus du côté du sud que du côté du nord, c'est parce que dans ce dernier site la chaîne est couverte en grande partie, de dunes sablonneuses qui s'étendent dans la plaine aride dite *Steppe* de *Kuma.*

§ 379. Cependant la nature s'est souvent écartée de cette règle générale établie par les géologues. Lorsqu'on traverse les Pyrénées pour aller de France en Espagne, on trouve d'abord le calcaire; ensuite on gravit des montagnes schisteuses au-dessus desquelles on rencontre le granit; et continuant à monter, on retrouve le calcaire sur lequel on descend toujours jusqu'à ce qu'on arrive en Espagne. Si avec Ramond, nous plaçons l'axe des Pyrénées dans la partie granitique, cette chaîne nous offrira la même alternation de couches, c'est-à-dire, au centre le granit, à droite et à gauche les schistes, et puis le calcaire. Mais l'élévation de cette dernière espèce de roche est très-différente de celle

établie par les géologues, puisque le calcaire, et ce qui est encore bien plus singulier, le calcaire secondaire avec des empreintes de corps marins forme là partie la plus élevée des Pyrénées. Ébel en parlant de la structure des Alpes, observe qu'il n'y a aucune chaîne centrale en sens géognostique; qu'aucune roche ne forme exclusivement les cimes ou les pics élevés; et qu'il n'est pas vrai, ainsi qu'on le croit communément, que les plus hautes cimes soient de granit, mais qu'elles sont indistinctement de différentes espèces de roches, de sorte qu'on ne peut en regarder aucune comme formant la base fondamentale ou le noyau autour duquel les autres se sont adossées. Cette opinion d'Ébel me paroît sujette à quelque exception, puisque la chaîne du Mont-Blanc qu'on doit regarder comme la chaîne centrale des Alpes, et dont la sommité est le point le plus élevé de l'Europe, est formée de cette variété de granit à laquelle le célèbre Jurine a donné le nom de *protogine*. En outre, cette grande chaîne des Alpes nous présente une autre exception à la règle générale, c'est que pendant que dans le côté extérieur et septentrional des Alpes, on observe une série de montagnes calcaires d'une hauteur et d'une étendue considérables, comme la chaîne du Jura, celle du Mont-Salève, etc., dans le côté méridional, les granits et les roches primitives se montrent

jusque dans les plaines (1); et si l'on y voit des montagnes calcaires, ces montagnes sont éparses et ne forment point de chaînes longues et continues ainsi que dans le côté septentrional. A la vérité on remarque, à l'aspect du midi, quelques montagnes calcaires d'une étendue considérable, comme dans la Ligurie et dans les états de Venise, mais on n'en trouve pas dans les parties intermédiaires; et en entrant en Italie par le Mont-Cenis, par la vallée d'Aoste, par le Simplon, par le S.t Gothard et par le Splughen, on ne traverse point de chaînes calcaires. Que si nous jettons un coup d'œil sur l'Amérique septentrionale, nous verrons que la formation primitive de cette contrée contient les variétés des roches primitives observées dans les montagnes d'Europe, mais que leur situation respective dans l'ordre de sucession, et leur hauteur relative dans le rang des montagnes, sont si souvent mêlées, renversées et diversifiées, qu'il est impossible d'établir la disposition d'une série régulière quelconque. De plus au sud-ouest des roches primitives, on n'a trouvé ni pierre calcaire secondaire, ni aucune série d'autres roches secondaires, à l'exception de quelque lit partiel de la plus ancienne formation de grès rouge (Voy. les *Observations de Maclure sur la géologie des États-Unis d'Amérique*).

(1) Tels sont les granits de Baveno et de Montorfano, et les calcaires primitifs de la Candoglia et d'Ornavasso.

§ 380. Il suit de tous ces faits que les grandes chaînes de montagnes ne présentent point d'ordre régulier et constant dans l'élévation des roches. Ces chaînes sont formées en grande partie des substances pierreuses auxquelles on a donné le nom de primitives; mais comme le niveau de la mer a été de 12 à 13 mille pieds plus élevé qu'il ne l'est à présent, il a dû couvrir en plusieurs endroits quelques parties des chaînes primitives, et l'on verra fréquemment une montagne formée d'une roche primordiale, dont la sommité et les flancs seront couverts par des roches de transition ou même secondaires. Ce ne sera pas seulement sur les côtés des formations primitives, qu'on observera les formations postérieures, mais encore tous les vastes interstices qui comme d'immenses vallées séparent les hautes cimes et les chaînes de montagnes, seront couverts par les formations postérieures. Des couches de celles-ci sortent souvent çà et là les cimes des roches primitives sous la forme d'écueils où d'îles, ce qui démontre, ce semble, que l'origine de ces formations postérieures doit être rapportée à l'action d'un fluide où à la mer primitive qui couvrait jusqu'à une certaine hauteur les roches primitives qui formaient la partie consolidée du globe. Cependant en quelques lieux ce revêtement a été ou empêché par des circonstances particulières comme pouvaient être les courans, ou transporté ailleurs par des accidens postérieurs (Voy. § 374).

CHAPITRE LXIV.

Conjectures sur l'origine des montagnes.

§ 381. Dans la Chine, dans l'Indostan et au nord de l'Amérique méridionale, dit Walckenaer, *Cosmologie*, pag. 89, il y a des montagnes isolées. Au Congo, dans la province de Gonghelle, on voit une montagne isolée, surmontée d'une autre montagne à la sommité de laquelle on trouve une riche prairie. A l'est de Santa-Fé de Bogota, dans le pays de Salivas, est une montagne appelée Pararuma, qui se présente sous la forme d'une pyramide élevée, tronquée à sa cime. Il est probable que quelques-unes de ces montagnes sont des cônes d'anciens volcans éteints, puisque nous voyons que les volcans actifs forment des montagnes isolées : mais si nous faisons abstraction des opérations des volcans, les montagnes, comme nous l'avons dit dans le chapitre précédent, sont communément liées entr'elles en forme de chaînes, et s'étendent par des longueurs plus ou moins considérables, ce qui indique une opération continuée et prolongée pendant un certain temps dans la même direction. En outre, les montagnes soit primitives, soit secondaires sont le plus souvent stratifiées ou

disposées en lits, ce qui démontre encore une cause dont l'action a été successive, et plus ou moins régulière dans sa durée et dans son énergie. Cela posé, on peut concevoir la formation des montagnes primitives de la manière que nous allons l'exposer.

§ 382. Lorsque la terre était encore fluide, les élémens des différentes roches primitives s'unirent en divers endroits selon les impulsions de leurs attractions réciproques, et selon que le permettaient les résistances des autres matières interposées. Le premier degré de refroidissement produit par la séparation du calorique, ainsi que nous l'avons déjà expliqué, eut lieu à la superficie qui de l'état de parfaite fluidité passa à celui de mollesse. Les divers progrès du refroidissement formèrent différentes couches. Cependant le refroidissement se propageait dans les parties intérieures, et comme il dépendait de la combinaison du calorique avec les principes solides des gaz, à mesure que ceux-ci se développaient et se dirigeaient vers la superficie encore molle ils en soulevaient les parties qui en continuant toujours à se refroidir de plus en plus, prirent de la consistance et se consolidèrent dans la situation qu'elles avaient reçue de l'impulsion des gaz. Lorsqu'un courant impétueux de fluides élastiques s'était ouvert quelque principale voie dans une direction, les gaz qui se développaient de

autres parties voisines, trouvaient moins de difficulté à s'engager dans la même voie, et les parties soulevées de la superficie encore molle, rendaient plus facile dans la même direction, l'exhaussement des autres parties voisines également molles et poussées par quelques courans de gaz qui n'avaient pu se joindre au courant principal; d'où il devait résulter une certaine correspondance de direction dans toutes les parties mues et soulevées. Si l'on conçoit en outre que les parties de la superficie avaient le degré de mollesse suffisant pour retenir la situation qu'elles avaient reçue de l'impulsion des gaz, les parties intérieures étant animées par une plus grande chaleur et par conséquent encore plus fluides, devaient, après le passage des gaz, retomber sur elles-mêmes et s'unir en remplissant le vide. Restaient néanmoins ces cavités qui s'étaient formées vers la superficie, et dont les parois n'étaient plus fluides, mais avaient commencé à se consolider: ces mêmes cavités qui n'etaient que des séparations de continuité près de la superficie, ont donné naissance aux vallées, et d'après la manière que je les conçois produites, on voit que dans toute chaîne de montagnes, elles doivent avoir entr'elles certains rapports et certaines communications.

§ 383. La-Métherie, comme nous l'avons dit dans le § 14, a considéré la formation des

montagnes, comme l'effet de la cristallisation. Si son idée a été d'assimiler les roches primitives qui composent la plupart des hautes montagnes à des substances produites par la force de cristallisation, je n'ai rien à lui opposer : telle était l'opinion de Saussure, et c'est celle que je soutiens avec le plus grand nombre des géologues, sauf cette seule différence que je substitue la fluidité ignée à la fluidité aqueuse. Mais si l'on veut étendre encore cette idée aux grandes masses, et concevoir les montagnes comme autant de cristaux d'une grandeur colossale, formés par d'autres cristaux aglomérés, on ne pourra se dispenser d'admettre l'action d'une cause capable d'avoir produit cette configuration qu'on observe dans les montagnes. Lorsque des cristaux se forment dans un fluide, leur disposition n'affecte aucune régularité, tandis que les chaînes de montagnes les plus étendues présentent certaines directions constantes. Ce phénomène doit être sans doute une présomption assez forte pour nous faire exclure toute cause irrégulière qu'on voudrait imaginer à fin d'expliquer l'origine des montagnes, comme les renversemens du sol, les soulèvemens produits par des feux souterrains, et même les seuls accidens des cristallisations. Ajoutons que ce même phénomène démontre évidemment l'action d'une cause qui a agi d'une manière régulière et uniforme. De toutes les grandes chaînes des

montagnes du globe, celle qui, après Saussure, a été observée avec le plus de soin, est la chaîne des Alpes en Europe, et il n'est pas d'observateur qui n'y ait remarqué une direction presque constante du nord-est au sud-ouest, soit dans les couches, soit dans la plus grande partie de la chaîne, ce qui indique l'influence d'une seule et simple opération de la nature.

§ 384. Cette régularité pourrait avoir eu pour cause le mouvement de rotation du globe qui s'opère en effet dans la direction de l'ouest à l'est. Imaginons des torrens de fluides gazeux qui se développent d'un corps pendant qu'il tourne sur son axe: tant que ces torrens fairont partie de la masse du globe, ils participeront à son mouvement dans la même direction; et lorsque lancés par leur élasticité, ils en sortiront, ils retiendront par un effet de la force d'inertie, une partie du mouvement qui leur aura été précédemment imprimé. Nous avons, en petit, une image de ce que je viens de dire, dans un phénomène que nous présentent les courans de laves. Lorsque ces laves coulent en masses demi-fluides, ou de la bouche du volcan ou de quelque ouverture qui s'est formée dans ses flancs, s'il survient quelque développement de fluides gazeux qui forment des porosités intérieures ou des cavités allongées en forme de galeries, ou des fentes à la superficie, en un mot, qui

produisent des séparations de continuité quelconques dans les parties soit superficielles, soit internes de la masse du courant de lave, on verra toujours que le plus grand axe ou des pores ou des cavités, ou bien des fractures, coïncide avec la direction dans laquelle le courant se meut (1). C'est précisément ainsi que les torrens impétueux des fluides élastiques qui sortaient du globe pendant qu'il se consolidait, avaient une tendance à la direction de l'ouest, parce que le mouvement de la terre à laquelle ils appartenaient s'opérait dans cette direction ; et c'est aussi dans cette même direction que nous voyons encore les traces et les effets de leur passage. Cependant l'influence de cette cause générale peut avoir été quelquefois modifiée par des combinaisons accidentelles qui ont donné lieu à quelque exception ; et si sur les côtés des chaînes les plus élevées, on voit souvent des rameaux de chaînes plus basses qui coupent les premières sous divers

(1) Dans tout récipient de verre qui a un col, on peut faire les observations suivantes : 1.° on voit la pâte du verre parsemée de petites cavités produites par les bules de quelque gaz qui s'est développé pendant la fusion ; 2.° dans le col et dans le corps du récipient, ces cavités sont allongées suivant la direction du mouvement que devait avoir la pâte lorsqu'elle était fluide ; 3.° au fond du vase, les mêmes porosités ont la figure ronde, parce que dans cette partie, la pâte était sans mouvement. Ces phénomènes sont beaucoup plus sensibles dans les verres communs verdâtres.

angles, et ont des directions tout-à-fait contraires, il est facile de rendre raison de ce fait par ce qui a été dit dans le § 382. Pendant que le développement des principaux courans formait les chaînes les plus hautes, les autres gaz qui se dégageaient par les côtés, s'unissaient en plus petits courans, et soulevaient à leur tour, en raison de leur masse, les parties voisines de la superficie, jusqu'à ce qu'ils pussent, après avoir surmonté tout obstacle, se joindre au courant principal, ainsi que ces nombreux torrens d'eau qui vont se confondre dans le lit du même fleuve. En concevant la formation des montagnes de la manière que nous venons de l'exposer, on peut en déduire qu'elles devaient recevoir très-rarement la forme conique, et au contraire prendre très-souvent la configuration de chaînes ou de protubérances longitudinales et prismatiques. Une certaine quantité de vapeurs et de fluides élastiques qui se développe d'une masse fondue qui se meut dans une direction déterminée, participera elle-même à ce mouvement, comme nous l'avons dit, et devra soulever dans la même direction, la matière qui s'opposera à son libre dégorgement.

§ 385. On doit donc concevoir toute grande chaîne de montagnes primitives comme formée de plusieurs séries longitudinales et parallèles de montagnes qui conservent la même direction que la chaîne générale. La série qui occupe le milieu

de la chaîne en est l'axe central. On a vu qu'à droite et à gauche de cet axe sont les autres séries de montagnes qui s'appuient contre ce même axe, et dont l'élévation va toujours décroissant. Cependant cette configuration a été altérée dans quelques lieux, comme nous l'avons prouvé par l'exemple des Pyrénées dans lesquelles les montagnes du Mont-Perdu qui sont les cimes les plus élevées, non-seulement se trouvent placées hors de l'axe de la chaîne, mais présentent encore des sommités formées de pierre calcaire coquillière. La disposition primitive s'est conservée dans la chaîne des Alpes; le Mont-Blanc qui, placé dans l'axe même de la chaîne, est le plus élevé, se compose de roches primitives, et vers lui s'inclinent les sommités des chaînes inférieures. Rien de si intéressant que la description que Saussure nous a donnée dans le § 915, des couches du Cramont et des montagnes voisines qui s'élèvent du côté de la chaîne primitive. Les sommités de ces couches terminées en pyramides, s'inclinent vers le Mont-Blanc, et leur position, je pourrais presque dire leur attitude, est tellement uniforme, que lorsqu'elles se groupent les unes derrière les autres, on les prendrait pour des êtres animés qui veulent s'élancer vers cette montagne ou du moins la voir, à peu près comme lorsqu'une foule de personnes regardent le même objet,

celles qui sont les plus éloignées se dressent sur la pointe des pieds, et s'inclinent en portant leur corps en avant.

§ 386. Si, à cette configuration de beaucoup de montagnes, nous voulons appliquer la manière dont, suivant notre opinion, on doit concevoir leur origine, nous verrons que le principal effort des gaz se dirigea vers cette partie de la superficie encore molle et qui correspond à l'axe central de la chaîne. Cette partie fut soulevée avec beaucoup plus d'énergie; mais en même temps l'impulsion se propagea dans les parties latérales qui furent aussi soulevées et se consolidèrent dans des positions plus ou moins inclinées à l'horizon, selon qu'elles étaient plus ou moins distantes du centre de la force impulsive. La direction dans laquelle agit cette force qui souleva les grandes masses encore molles, dut nécessairement influer sur la direction et l'inclinaison des couches qui n'étaient pas entièrement endurcies (Voy. § 125). Il me semble que par ce principe, on peut rendre raison non-seulement de cette loi constante qui règle la direction et l'inclinaison des couches des montagnes primitives, ainsi que l'ont pensé quelques géologues, mais encore de quelques phénomènes particuliers, comme, par exemple, des couches recourbées et repliées. Une matière molle et par conséquent flexible reçoit facilement

la forme et la position déterminées par la force impulsive qui peut tantôt agir librement, et tantôt être modifiée par des circonstances particulières, et contrainte de changer de direction. Si l'on veut supposer les couches des roches soulevées et renversées sous divers angles après leur consolidation, on aura bien de la peine à expliquer la formation de ces couches qui représentent des courbes rentrantes ou très-irrégulières. Du reste, on ne doit pas perdre de vue ce que nous avons dit ailleurs (Voy. §.es 194 et 323), savoir, que quelquefois la décomposition donne à quelques montagnes l'apparence superficielle d'une bizarre stratification. La multiplicité, la variété et l'irrégularité des fentes, la facilité avec laquelle la roche se partage et se réduit en morceaux, la tendance qu'elle a à s'exfolier dans quelques parties plutôt que dans d'autres, l'altération de la couleur native, sa compacité moindre que celle qu'on observe ordinairement, tout cela pourra servir de *critérium* pour nous faire distinguer la structure naturelle d'une roche, de ces fausses apparences que la décomposition aurait pu lui donner.

§ 387. Que si ensuite nous jettons un coup d'œil sur les montagnes de transition et secondaires, la manière dont nous avons conçu la formation de ces deux classes de roches, nous indique naturellement qu'elles ont dû s'appuyer contre les roches primitives, et quelquefois même

recouvrir celles-ci ; et que la position et l'inclinaison de leurs couches furent nécessairement déterminées par la configuration de la superficie sur laquelle les dépositions eurent lieu. Voilà pourquoi les montagnes secondaires, qui sont adossées contre les flancs d'une chaîne primitive quelconque, s'inclinent vers celle-ci et lui présentent leurs couches ascendantes. Ces montagnes sont tellement asservies à cette position par rapport à la chaîne primitive qui leur est propre, que lorsque celle-ci change de direction, elles en changent aussi et toujours de la même manière, et conservent, relativement à la chaîne principale, la même inclinaison. Les dépositions qui ont formé ces montagnes secondaires différaient souvent entr'elles, et changeaient de nature selon les combinaisons des diverses matières : aussi voyons-nous que les formations du calcaire stratifié ancien déposées sur les flancs des montagnes primitives, sont fréquemment séparées des roches primordiales par des couches tantôt d'arénaire à gros grains, tantôt de poudingues ; ici par des mines de fer, là par une argile riche en pétrifications, etc.

§ 388. Cependant les dépositions dont l'ancienne mer a couvert les montagnes primitives, ne se modelèrent pas toujours sur la configuration du sol où elles s'opéraient ; souvent elles dûrent céder à ces mouvemens violens qui

agitaient les eaux de la mer primitive (Voy. § 293), et prendre ces positions qui étaient déterminées par l'impulsion des eaux et par les circonstances du site. Dans la chaîne des Alpes, les matières secondaires se sont accumulées à des hauteurs très-considérables du côté du nord, ce qui a fait dire à Dolomieu que les courans de la mer qui transportèrent ces matières, venaient dans cette direction. Au contraire dans la chaîne des Pyrénées, les substances secondaires s'élèvent à des hauteurs de plus de huit ou neuf cents toises du côté du sud, ce qui a fait penser à Ramond que les courans venaient du midi. En réfléchissant sur le voisinage de ces deux chaînes de montagnes et sur la différence des deux directions dont on vient de parler, il sera facile de concevoir, dit Ramond, de quelle épouvantable agitation étaient tourmentées les mers qui couvraient alors les montagnes primitives, ce qui s'accorde avec ce que nous avons déjà dit dans le chapitre XLVII, sur le mouvement qui agitait les eaux de la mer primitive. Il est encore possible que les dépositions qui s'opérèrent dans la mer, sur un côté ou à la base d'une chaîne primitive, furent transportées par le mouvement des courans opposés ou par des accidens postérieurs (Voy. § 374).

§ 389. L'agitation de la mer peut avoir empêché dans beaucoup de lieux cette régularité de précipitations de laquelle auraient résulté des couches distinctes, et avoir donné lieu à de

grandes accumulations qui dans la suite s'étant consolidées, ont formé des montagnes de transition ou ces montagnes secondaires qui ne présentent pas encore de véritables couches. La stratification aura donc eu lieu partout où le cours régulier des précipitations ne fut point troublé par des mouvemens violens et extraordinaires. Comme ensuite à l'époque de la formation des roches stratifiées, le globe n'était pas encore réduit à sa température actuelle, il est très-vraisemblable que des courans de fluides aériformes se développant au fond de cette mer encore animée par beaucoup de chaleur, altérèrent la régularité des couches et en changèrent la position originaire pendant qu'elles étaient encore molles et flexibles, c'est-à-dire, avant qu'elles se fussent consolidées. Il me paroît donc qu'on peut expliquer les irrégularités qu'on observe dans la direction et dans l'inclinaison des couches des montagnes secondaires, d'une manière analogue à celle que j'ai indiquée ci-dessus pour les couches des montagnes primitives. C'est ainsi qu'on pourra rendre raison de quelques formes bizarres de couches calcaires, comme sont celles décrites par Saussure dans les §.es 471, 1935 et 1937, lesquelles ont la figure d'une *S* et d'un *C*, toutes les fois néanmoins que des observations exactes indiqueront qu'il s'agit non d'apparences superficielles produites par la décomposition, mais de véritables couches.

CHAPITRE LXV.

On ne peut attribuer aux eaux la première origine des vallées.

§ 390. Plusieurs naturalistes voyant couler ordinairement au fond des vallées, quelques masses d'eau en forme de fleuves ou de torrens, ont attribué à ce fluide la force de couper les montagnes, et de transporter au loin les matériaux qui forment les parties intermédiaires. L'observation de Burguet sur la correspondance tant des couches des parois opposées des vallées, que des angles saillans et rentrans, trop facilement admise et généralisée, a beaucoup contribué à confirmer cette opinion dont la fausseté a été démontrée par Saussure. Des nombreuses observations de cet illustre géologue (Voy. *Voyages dans les Alpes*, § 577), il résulte que la proposition de Burguet ne se vérifie qu'à l'égard des vallées transversales, étroites et de formation récente, tandis qu'au contraire les grandes vallées longitudinales dont l'existence semble aussi ancienne que celle des montagnes, et qui méritent seules d'être considérées dans une théorie générale, présentent des dilatations et des resserremens successifs, et par conséquent le contraire de ce

qui a été avancé par Burguet. Les observations de Saussure ont été confirmées par celles de plusieurs autres naturalistes. M.r André ayant traversé plusieurs fois et par différens chemins la grande vallée du Valais, a remarqué que cette vallée, au lieu d'avoir dans les deux côtés des angles saillans et rentrans qui correspondent entr'eux, s'élargit et se resserre cinq fois alternativement. J'ai répété dans la vallée d'Ossola, à la base méridionale du Simplon, les observations faites par M.r André à la base septentrionale de la même montagne. Cette vallée dans le fond de laquelle coule la Toce qui se jette dans le lac Verbano ou Majeur, commence à la plaine supérieure d'Ossola, et se dirige du nord au sud jusqu'au pays de Vogogna; là formant presque un angle droit, elle prend la direction de l'est à l'ouest, quasi parallèle à celle de la chaîne générale des Alpes. Dans son étendue, cette même vallée se resserrant et s'élargissant quatre fois, présente tout autant de fertiles et délicieuses plaines, savoir, en partant du sommet où elle commence, et descendant vers le lac, les plaines de Vergonte, de Prenesello, de Cuzzago et enfin d'Ornavasso. Pallas dans ses *Observations sur les montagnes*, pag. 42, en parlant des montagnes de la Sibérie, assure encore que dans ces pays très-élevés, il ne faut point chercher les preuves de la proposition de Burguet, renouvelée par

Buffon ; proposition qui est sujette à beaucoup d'exceptions, non-seulement dans les contrées granitiques, mais souvent aussi dans les montagnes d'ordre secondaire.

§ 391. Le Rhône après avoir formé le lac de Genève, s'engage dans un étroit passage appelé la *Chiusa*, qui est une profonde coupure faite dans la chaîne du Jura. La sommité de la montagne qui est à la droite du fleuve, s'élève à 500 toises au-dessus de la superficie des eaux, tandis que la cime de la montagne qui est à gauche n'a que 400 toises d'élévation. Le vide qui existe entre ces deux montagnes a été calculé par M.r Louis Bertrand à 866,656,000 toises cubiques. Attribuer aux eaux du Rhône la force de rompre et de transporter les parties d'une si grande masse excède toute vraisemblance. Or si l'on voulait supposer que dans le principe le Rhône coulait sur la sommité des montagnes, et qu'il s'ouvrit peu à peu le passage qu'il occupe maintenant, il faudrait admettre que toute la vallée du lac était remplie d'eau jusqu'à la hauteur des deux montagnes qui bordent le fleuve ; supposition invraisemblable, parce qu'il y a autour du lac, des collines beaucoup plus basses sur le sommet desquelles les eaux auraient passé pour prendre un libre cours. On peut répéter la même observation dans divers autres lieux : j'en citerai un qui peut nous intéresser par son voisinage.

L'Adda descendant des montagnes de la Valtelline, après avoir formé le lac du Lario, arrivant à la pointe de Bellaggio, se divise en deux branches dont l'une se dirige au sud et passe près de Lecco; l'autre tournant d'abord au sud-ouest et se dirigeant ensuite au sud aboutit à la ville de Côme. Du côté que nous avons nommé le premier, c'est-à-dire, celui de Lecco, les eaux ont une issue entre le mont Baro et le mont Magianico. Si l'on voulait supposer que ces deux montagnes étaient anciennement unies et qu'ensuite les eaux les coupèrent en les corrodant peu à peu, il faudrait imaginer le niveau du lac dans le plan de leur hauteur, et dans ce cas les eaux se seraient écoulées du côté de Malgrate où commence la vallée de Madrère. Dans les Pyrénées, près les bains de S.t Sauveur, en suivant la rive droite du Gave, on voit ce fleuve encaissé à une très-grande profondeur entre deux murs à face plane et verticale de petro-silex au pied desquels coule le torrent après s'être engagé dans le défilé, où l'on n'observe aucune trace d'érosions ou d'abaissement, ce qui démontre que ce torrent a établi son lit dans une fente qui existait antérieurement (Voy. *Bibl. brit.*, mai 1815). Si l'eau s'était ouvert ce passage en creusant peu à peu la roche siliceuse, on y remarquerait immanquablement les empreintes des anciennes corrosions.

§ 392. Attribuer aux eaux actuellement courantes les grandes séparations des montagnes, et les ruptures qu'on y observe, c'est à mon avis recourir à une cause qui n'est pas proportionnée à l'effet qu'on veut expliquer. Playfair dans la note 202 de son *Explication de la théorie de la terre par Hutton*, fait la description de cette singulière vallée de l'Écosse, qui coupe l'île d'une mer à l'autre dans une étendue de 62 milles. Cette vallée est presque droite et d'une largeur très-uniforme, sauf vers ses deux extrémités où elle s'élargit considérablement. Elle est bordée par deux montagnes qui forment deux chaînes continues très-élevées, comme les digues d'un fleuve. Sa direction coïncide avec celle des couches verticales qui composent les montagnes latérales. Si nous voulons supposer plein ce qui est maintenant vide, il faudra imaginer une colonne d'eau qui ait reçu une impulsion capable de vaincre la résistance d'un mur de 62 milles d'épaisseur. Comment expliquer en outre par l'action de l'eau, la formation de ces cirques ou vastes espaces circulaires renfermés de tous côtés par de hautes roches escarpées qu'on observe fréquemment dans les Alpes, ou de ces pics et de ces pyramides de forme colossale et isolés dont les parties contiguës semblent avoir été emportées par une cause quelconque, bien qu'on n'en retrouve point les fragmens à la base. Le Mont-Rosa est composé d'une

série non interrompue de pics gigantesques presque égaux entr'eux, qui forment un vaste cirque et renferment dans leur enceinte la vallée dite Macugnaga. Le diamètre de ce cirque pris du milieu de la grosseur de ses murs, est d'environ 5 mille toises. Les cirques des Alpes peuvent être comparés par leur grandeur et leur beauté, à ceux des Pyrénées appelés *Oule* (1). On peut voir les belles descriptions que Ramond a faites dans le *Voyage au Mont-Perdu*, des *Oule* d'Estaubé, de Gavarnie et surtout de celle d'Héas, immense et superbe amphithéâtre qui a plus de deux lieues de circuit, et dont les parois s'élèvent à une hauteur de huit à neuf cents mètres. Les eaux en transportant en bas les matières qu'elles détachent des parties supérieures des montagnes, doivent remplir les vides de la superficie qu'elles parcourent, et ne peuvent point former des enfoncemens circulaires fermés de toutes parts. Le lac de Vallenstadt qui coupe presque transversalement la direction des Alpes, forme une vallée d'environ 4 lieues de longueur. On voit bien, dit Ebel, qu'un pareil déchirement exige un appareil de forces qu'on ne saurait évaluer par le calcul. Les fleuves, quelque énergie qu'on leur suppose, ne peuvent point produire de semblables effets.

---

(1) Mot dérivé du latin *olla*, c'est-à-dire, *chaudière*, pour indiquer la singulière configuration de ces vallons.

On doit en dire autant des deux lacs Lario et Verbano : il me paroît absurde de supposer que l'Adda et le Tesin qui entrent dans ces lacs et en sortent, aient creusé les deux profonds bassins qu'ils remplissent de leurs eaux.

§ 393. Cette force qu'on ne peut imaginer dans les eaux courantes, a été cependant attribuée par beaucoup d'autres naturalistes à la masse immense des eaux de la mer lorsqu'elle abandonna une partie du continent pour en aller occuper une autre. Dans ce grand cataclysme, les eaux ont donc rompu les chaînes des montagnes et creusé les vallées. On peut à cette hypothèse opposer une observation bien simple. Plusieurs fleuves en sortant d'une vallée, poursuivent leurs cours à travers la plaine dans un lit continu et uniforme ? tels sont le Pô, la Brenta, l'Adige, etc. Mais souvent à l'endroit où la vallée débouche dans la plaine, il y a quelque enfoncement du sol, d'une profondeur et d'une étendue considérables, qui forme une autre vallée plus profonde, et qui arrête pendant quelque temps le cours du fleuve. Alors les eaux doivent remplir toute la cavité, y déposer les terres, les sables, etc., qu'elles ont transportés de l'intérieur de la vallée et reçus des rivières et des torrens; et en sortant limpides et claires, reprendre leur cours. Souvent elles conservent encore leur nom, comme celles du

Rhône, du Tesin, de l'Adda, etc. Le premier sortant d'une des plus larges et profondes vallées (le Valais) remplit le bassin du lac Léman ou de Genève; du second naît le Verbano ou lac Majeur, et du troisième le Lario ou lac de Côme. Si l'on calcule l'immense quantité de matériaux qui aurait dû être enlevée pour former les vallées tant principales que secondaires qui communiquent aux lacs, on verra qu'une pareille quantité serait sans comparaison beaucoup plus grande que l'espace occupé par ces lacs. Or si les vallées avaient été creusées par les eaux de la mer pendant leur retraite, celles-ci auraient dû transporter dans la plaine tous les matériaux qui formaient les masses intermédiaires, les déposer là où leur cours était ralenti, et par conséquent remplir les cavités, conservant seulement un lit pour en sortir et continuer leur cours. On ne peut pas croire non plus que les matières dont l'enlèvement a laissé un vide qui forme maintenant les vallées des montagnes, aient été répandues sur les plaines, puisque les eaux en sortant des montagnes, avant de disperser ces matières sur les surfaces planes, auraient dû remplir toutes les cavités et niveler le terrain. Le lac de Genève dans quelques endroits a environ mille pieds de profondeur, et aucuns matériaux n'auraient dû être transportés au-delà d'un gouffre si profond, qui par sa position était très-propre

à recevoir toutes les substances terreuses et pierreuses mêlées avec le fluide. La même réflexion peut s'appliquer aux lacs Lario et Verbano. Il semble en outre difficile d'accorder aux eaux dont l'écoulement n'a lieu que pendant un court espace de temps, la force de creuser de profonds et vastes bassins, quoiqu'on ne puisse nier qu'elles ont celle de s'ouvrir un passage lorsque la résistance qu'elles rencontrent doit céder à leur choc, et ne les oblige pas à changer de direction.

§ 394. D'autres géologues persuadés que nos continens et leurs roches sont le résultat de dépositions et de précipitations successives qui se sont opérées dans un fluide, c'est-à-dire, dans la mer primitive, ont pensé que pendant que les couches pierreuses se formaient, les courans qui sillonnaient le fond de la mer, y conservèrent toujours leur cours, et empêchèrent l'union et la précipitation de toute matière dans la ligne de leur direction, sans cependant mettre obstacle à la formation des couches latérales. Concevons donc que tandis que les couches terreuses étaient produites par le moyen des dépositions, et que leurs parties étaient encore molles, les courans les traversaient, emportant avec eux les matériaux nécessaires à la formation des parties centrales. Celles-ci, dans la supposition que nous venons de faire, manqueraient nécessairement; il

ne resterait que leurs extrémités ou les parties latérales; et alors la formation des vallées serait contemporaine de celle des couches des montagnes. Mais d'abord comment expliquer dans cette hypothèse l'origine de ces vallons circulaires des Alpes et des Pyrénées dont nous avons parlé ci-dessus ? En outre plusieurs vallées sont fermées par quelque montagne à l'une de leurs extrémités, et quelquefois même à leurs deux extrémités, c'est-à-dire, au commencement et à la fin. La vallée de Chamouny est fermée à l'extrémité qui regarde le nord-est par le col de Balme, et à celle qui se retourne vers le sud-ouest par la montagne de Vaudagne. Si les courans de la mer, dit Saussure, § 678, avaient formé les vallées, ces montagnes ou auraient opposé une barrière insurmontable à ces courans, ou auraient dû céder à leur effort: dans l'un et l'autre cas, l'état des choses n'existerait pas tel qu'il est. Le phénomène qu'on observe dans la vallée de Chamouny, à la base septentrionale du Mont-Blanc, se répète à la base méridionale du même mont dans la vallée d'Entrèves, qui, avec le vallon de Veni, l'allée Blanche et la vallée de Ferret, forme une seule vallée de 8 à 9 lieues de longueur. Cette vallée qui se dirige du nord-est au sud-ouest, est fermée au nord-est par le col de Ferret, et au sud-ouest par le col de la Sègne. La chaîne qui borde la vallée au nord, est primitive,

c'est-à-dire, composée de montagnes de granit, de gneiss, etc.; la méridionale est pareillement de formation primitive, et se compose de roches micacées et de gneiss. Le col de la Sègne et celui de Ferret qui ferment la vallée, sont encore des montagnes primitives. Enfin le Valais qui est une grande vallée longitudinale des Alpes, à sa partie orientale est fermé par une montagne située au-dessus de Brieg, et qui ne laissant au Rhône qu'un étroit passage, exclud l'idée de tout effet produit par les courans de la mer et les grandes marées, qui auraient certainement empêché la formation de semblables barrières, et ne les auraient pas laissé subsister si elles eussent été déjà formées.

§ 395. Qu'on observe encore que les géologues qui soutiennent la formation des couches terrestres par le moyen de dépositions ou de précipitations opérées dans un fluide, et qui par conséquent admettent non-seulement la stratification des roches, mais encore leur position horizontale originaire, sont obligés de supposer ensuite, comme nous l'avons déjà dit, de nombreuses révolutions qui en aient altéré la régularité primitive et renversé les couches. Or il est difficile de concevoir comment les vallées dont la formation est contemporaine de celle des mêmes couches, purent se conserver au milieu de semblables convulsions. Si l'on observe sur une carte

géographique, une chaîne de montagnes et leurs vallées respectives, on verra que celles-ci forment en grande partie divers systèmes unis et liés entr'eux, et qui sont en rapport avec les chaînes des montagnes correspondantes. Il y a de grandes vallées qui le plus souvent sont voisines de la partie la plus centrale de la chaîne, et qui se prolongent jusqu'à la plaine: dans celles-ci débouchent des vallées moins considérables auxquelles aboutissent de petites vallées et ainsi de suite; en sorte que si par l'imagination, on remonte de la plaine vers le sommet des montagnes centrales d'une chaîne de monts, on pourra considérer chaque vallée principale comme un tronc d'où partent plusieurs branches qui se subdivisent successivement en petits rameaux. Mais une pareille disposition est très-différente de celle que les courans de la mer auraient pu produire. Un courant se divise quelquefois en deux autres courans qui prennent des directions différentes, et d'autrefois deux divers courans se rencontrent et se réunissent en un seul courant. Cependant on ne saurait appliquer à la multiplicité et à la disposition des vallées qui accompagnent toujours les grandes chaînes, ni le nombre des courans de la mer, ni la manière dont ils peuvent se combiner entr'eux. Lorsque notre globe était en grande partie couvert par les eaux de la mer, et que les roches de transition et secondaires se

formaient, il est probable que les courans contribuèrent en quelques endroits à en modifier la surface, ainsi que nous l'exposerons bientôt, et qu'ils laissèrent même quelque trace de leur cours (1); mais la disposition et le nombre des vallées qui existent dans les montagnes primitives, ne peuvent s'allier, ce me semble, ni avec le nombre des courans, ni avec les phénomènes qu'on y observe. Dans la chaîne des Alpes, les vallées les plus longues et les plus importantes ont la direction longitudinale des montagnes : il y a quelques vallées transversales, mais elles ne sont ni aussi grandes, ni aussi étendues que les premières, et aucune ne traverse les Alpes dans toute leur largeur. Il paroît donc bien difficile d'imaginer que les courans aient pu diviser de cette manière cette chaîne de montagnes à l'époque de sa formation.

---

(1) Dans les ouvrages de Saussure, on trouve différens exemples de traces laissées par les courans de l'ancienne mer sur des roches découvertes et coupées à pic, qui font partie de la chaîne des Alpes. On pourrait soupçonner que beaucoup de ces traces qu'on attribue aux courans, ne sont que des érosions produites par les météores atmosphériques, sur les masses ou les couches les plus tendres, qui interrompent quelquefois la continuité d'une roche, et qui offrent une moindre résistance à la décomposition. Cependant comme je n'ai pas eu occasion de vérifier les faits rapportés par cet auteur, je m'abstiendrai d'élever le moindre doute sur ce qu'un naturaliste si distingué dit avoir observé.

CHAPITRE LXVI.

Conjectures sur la formation des vallées.

§ 396. M.r De Luc ayant adopté l'hypothèse que nos continens et leurs roches ont été formés en couches produites par des précipitations successives au moyen de combinaisons chimiques dans un fluide aqueux, imagina qu'il était resté sous les couches un amas de boue couvrant entièrement l'assemblage des pulvicules incohérens, qui, dans son système (Voy. §.es 136 et 137), composait la partie la plus interne du globe. Il supposa ensuite que le fluide de cette boue s'infiltra peu à peu dans la masse des pulvicules, et y produisit des enfoncemens. De cette manière, les montagnes se sont formées par le renversement des couches, et les vallées sont les conséquences de ces catastrophes. Telle est, en abrégé, l'hypothèse de ce géologue, comme on peut le voir dans ses *Lettres à Blumenbach*. La complication de cette hypothèse suffit pour faire ressortir son invraisemblance ; et comme elle est fondée sur le principe des précipitations que j'ai déjà réfuté, je ne me crois pas obligé d'en faire un examen particulier. J'observerai seulement qu'on n'y donne aucune raison de cette régularité qui se

fait remarquer dans la direction des grandes chaînes de montagnes, ni des rapports qui existent entre leurs vallées. Si les unes et les autres ont été produites par des écroulemens accidentels, elles ne devraient avoir aucune connexion entr'elles, ni aucun aspect de régularité.

§ 397. Comme nous devons raisonner d'après les idées que nous avons acquises par l'observation, et que parmi les forces qui agissent dans la nature, nous n'en connoissons aucune qui ait assez d'énergie pour creuser les vallées et former dans les montagnes primitives, ces grands et profonds enfoncemens que nous y voyons, il me paroît très-vraisemblable de penser que ces phénomènes ont accompagné la première consolidation du globe, et que par conséquent on doit les regarder comme des impressions laissées à sa superficie par les causes qui influèrent sur sa configuration, c'est-à-dire, par le développement des gaz. Concevons une surface horizontale molle ou fluide, beaucoup de parties de laquelle sont soulevées par l'action de torrens gazeux qui se développent de l'intérieur du corps. L'exhaussement de quelques-unes des parties au-dessus du niveau général doit nécessairement produire l'abaissement des parties latérales, à peu près comme nous voyons se former des vallées au milieu des flots soulevés par les vents. Ceux qui ont eu occasion de visiter les volcans actifs, ont pu observer les

surfaces des laves refroidies depuis peu, et qui réveillent l'idée d'une mer houleuse: dans ces surfaces, on voit des parties qui s'élèvent, tandis que d'autres s'abaissent, effet produit par les gaz qui se sont développés dans le sein des laves. Cependant à cette cause, on en doit joindre une autre, et c'est celle des fentes (1) occasionnées par la retraite de la matière terrestre pendant qu'elle se refroidissait et se consolidait. Si nous appliquons aux grandes opérations de la nature, ce que nous voyons arriver en petit, il nous sera facile de rendre raison de tous les phénomènes des vallées, d'un côté par les effets que produit le resserrement de la matière, et de l'autre par la manière d'agir des torrens gazeux. Les grands enfoncemens qui proviennent du

(1) Cette cause de la formation de quelques vallées n'a pas échappé à la sagacité de Dolomieu. Voici comme il s'exprime dans le rapport par lui fait à l'Institut de France, de ses voyages dans les Alpes pendant les années 5 et 6: « Si quelques-unes de ces » vallées ont été creusées dans le massif même de ces monta- » gnes, par une érosion aussi violente qu'active, ce qui est » indiqué par la correspondance des bancs dans les côtés en » perspective, et ce qui est prouvé dans quelques-unes des » vallées qui descendent du Mont-Rose, par les filons métalliques » qui conservent leur direction en se montrant dans des monta- » gnes opposées, malgré la grande solution de continuité; les » autres vallées n'ont surement point été approfondies à la ma- » nière de celles dont je viens de parler: *elles doivent leur* » *naissance à d'énormes fentes, et à l'intervalle qu'ont laissé* » *entr'elles d'immenses masses disjointes.* »

resserrement, sont toujours accompagnés d'autres resserremens latéraux moins considérables. Un torrent gazeux peut quelquefois s'ouvrir un passage en un lieu resserré; dans ce cas, il se formera une vallée circulaire: d'autrefois le torrent se dégagera du sein de la matière en suivant une ligne prolongée, et alors il en résultera une vallée longitudinale dans laquelle déboucheront d'autres vallées d'une moindre étendue, formées par les torrens latéraux (Voy. § 384). Si l'on formait des modèles en plâtre ou en bois de quelques courans de laves, et qu'on les plaçât à côté de ceux qui nous viennent de la Suisse et qui représentent quelques parties des Alpes, on remarquerait plusieurs traits de ressemblance entre deux objets si différens: on verrait dans les uns et dans les autres des linéamens de montagnes, de vallées, de cirques, de pyramides isolées, etc. En considérant les vallées qui accompagnent les chaînes des montagnes primitives, comme contemporaines de la consolidation de celles-ci, et produites, au moins dans l'origine, par les mêmes causes qui formèrent ces élévations, on se convaincra que ce ne sont point les eaux qui ont creusé les vallées, mais que ce sont au contraire les vallées qui ont influé sur la direction des fleuves. Quoique Playfair prévenu en faveur de l'opinion de Hutton, ait soutenu qu'en général les fleuves ont creusé les vallées,

reconnoît dans le § 162, que les inégalités
:iginaires de la superficie doivent avoir déter-
iné la première direction des eaux courantes.
'u reste, il est évident que lorsque celles-ci
uront eu pris une certaine direction, elles auront
eu à peu agrandi leur lit, spécialement dans
:s grandes crues (Voy. ce qui a été dit dans
: chapitre XXI).

§ 398. Les géologues qui ont voulu expliquer
ı formation des montagnes et des vallées par
: moyen des bouleversemens qu'ils supposent
voir eu lieu à la superficie terrestre, ont traité
a question de savoir si les vallées des terrains
le transition et secondaires sont contemporaines
le celles des montagnes primitives. Il semble que
elativement à cet objet, l'opinion de M.r Ébel
l'est pas bien déterminée. Dans un endroit de
on célèbre ouvrage sur la *structure de la terre
lans les montagnes des Alpes*, il affirme que les
lus grands déchiremens ainsi que les ruines des
Alpes calcaires arrivèrent à la même époque que
a violente destruction qu'éprouva la masse des
Alpes primitives; et il en donne pour preuve les
;randes vallées transversales qui du centre des
Alpes primitives, se prolongent au sud-ouest, et
oupent dans la même direction, les vallées
alcaires, comme la vallée du Tesin depuis le
.t Gothard jusqu'au lac Majeur, celle du Splu-
;hen jusqu'au lac de Côme, et celle de l'Adige

depuis le milieu du Tyrol jusqu'à la Chiusa (section 3.e): mais dans un autre endroit, savoir, dans la section 4.e, § 25, il reconnoît que la déposition du calcaire stratifié eut lieu dans un temps où il s'était déjà opéré de grands déchiremens dans les Alpes primitives; et peu après il ajoute que la destruction principale des Alpes primitives arriva après que la formation du calcaire stratiforme fut achevée. La première proposition s'accorde avec la troisième, mais elle est contredite ou du moins très-bornée par la seconde. Il me semble au contraire très-probable que les vallées des montagnes primitives aient précédé celles des montagnes qui appartiennent aux formations postérieures, les unes et les autres étant, à mon avis, contemporaines de la consolidation de leurs montagnes respectives. Cependant la direction des premières a pu influer sur celle des secondes. Les premières formaient des sillons au fond de la mer primitive, et dans la direction de ces sillons, il s'établissait des courans, qui coupaient les montagnes secondaires à mesure qu'elles se consolidaient. Nous assignons une cause à ces courans, c'est la configuration de la superficie consolidée du globe ou bien du fond de la mer primitive; et par ce moyen, nous pouvons donner une raison au moins plausible des vallées des montagnes secondaires qui se trouvent dans la même direction que les vallées des

montagnes primitives, et qui forment une continuation jusqu'à la plaine.

§ 399. Pendant que les roches des formations postérieures s'endurcissaient et se consolidaient dans le sein de la mer primitive, il pouvait s'opérer beaucoup de phénomènes analogues à ceux qui avaient eu lieu lors du refroidissement des roches primitives, puisque l'une et l'autre cause devaient produire le même effet, c'est-à-dire, le resserrement des parties. Du desséchement d'une masse, auront donc résulté des fentes où séparations de continuité, et une fente considérable aura déterminé d'autres fentes latérales d'une moindre grandeur. C'est ainsi que les fentes principales et secondaires auront produit les vallées; car le desséchement qui occasionne les lignes de retraite dans une petite masse, peut donner lieu à de grands écartemens dans une montagne. Ramond s'est encore servi de ce principe pour assigner une origine à quelques grandes fentes que l'on observe dans le Mont-Perdu, montagne de pierre calcaire coquillière qui fait partie des Pyrénées. Ensuite comme les roches secondaires se formaient au moyen des précipitations qui s'opéraient dans la mer primitive, encore animée par beaucoup de chaleur et par la présence de plusieurs principes chimiques, ainsi que nous l'avons déjà dit bien des fois, il est très-vraisemblable que les émanations et le développement des

torrens gazeux contribuèrent encore à la production des ruptures et des lacérations dans les matières déjà précipitées. Si une masse d'eau prend son cours par une fente ou une rupture faite à une montagne, il est certain qu'elle agrandira peu à peu cette fente ou rupture, et que son action, favorisée par la décomposition que les agens atmosphériques produisent sur les parois latérales, transformera un espace qui était d'abord fort étroit, en une vallée aussi grande que profonde. Nous ne contestons point que les eaux courantes ne puissent produire de semblables effets; nous disons seulement qu'il y a une connexité bien prononcée entre la première origine des vallées et les phénomènes qui ont eu lieu à la superficie du globe pendant qu'elle se consolidait.

CHAPITRE LXVII.

Des terrains tertiaires et d'alluvion.

§ 400. Outre les montagnes de transition et secondaires, il est un autre ordre de terrains moins élevés, produits par les catastrophes récentes de notre globe, et c'est celui qui forme les terrains qu'on appelle tertiaires ou d'alluvion. Ceux-ci sont composés de grès et de marne entrelacés de couches diversement mêlées. Selon M.r W. Maclure, le côté sud de la Baltique est une formation d'alluvion très-étendue, bornée dans la Pologne par le terrain calcaire secondaire au pied des monts Carpaths, dans la Silésie et la Saxe par la lisière du calcaire secondaire qui couvre le pied des montagnes de la Bohême et ainsi le long des frontières de la Thuringe et du Hartz jusqu'à la mer du Nord. Le même auteur dans sa *Carte des États-Unis de l'Amérique-nord pour servir aux observations géologiques*, a tracé les limites d'une immense formation d'alluvion qui depuis Trenton et Philadelphie s'étend dans le Maryland, dans la Virginie, dans les deux Carolines, dans les Florides et dans la basse Louisiane, et va joindre le grand bassin d'alluvion du Mississipi. En Russie, dans le gouvernement

d'Orenburg, les montagnes tertiaires contiennent un fonds inépuisable de mines de cuivre sablonneux-argileux qu'on découre ordinairement dans les couches horizontales. Dans ces montagnes de grès stratifié sur l'ancien plan calcaire, on trouve en abondance des bois pétrifiés et souvent minéralisés par le cuivre ou par le fer, comme aussi des empreintes de troncs de palmiers, de roseaux et d'autres plantes étrangères. Dans les collines de sable de la plaine du Volga, on rencontre des bois pétrifiés dans lesquels on reconnoît la texture organique du bois, et qui présentent souvent les traces des vers indigènes de la mer des Indes lesquels s'attachent aux vaisseaux et aux autres bois plongés dans la mer. Ces dépositions sablonneuses et souvent fangeuses renferment des dépouilles de grands animaux, des os d'éléphans, de rhinocéros, de buffles monstrueux que chaque jour on tire en grande quantité de la terre. Dans la Sibérie, la couche la plus moderne de vase sablonneuse sert de sépulture à ces restes d'animaux étrangers, et leurs os sont plus abondans dans les endroits où la grande chaîne qui domine toute la frontière méridionale de la Sibérie, présente quelque ouverture considérable. Ces grands ossemens tantôt épars, tantôt amoncelés démontrent la réalité d'une catastrophe qui a eu lieu; et une infinité de ces os étendus dans les mêmes couches avec de petites tellines

calcinées, des os de poissons, des glossopètres, etc., offrent un indice certain qu'ils ont été transportés par des inondations, et que là mer a coopéré à la formation de ces immenses dépôts.

§ 401. Les montagnes tertiaires ne manquent pas dans notre Italie, où, si l'on excepte la présence des substances métalliques, elles offrent les mêmes phénomènes que l'on observe dans celles de la Sibérie. A la base de l'Apennin tant du côté de l'Adriatique, que de celui de la Méditerranée (Voy. Brocchi, *Conchyologie fossile sous-apennine*), on voit des séries de semblables collines. La première de ces séries commence dans le Piémont où elle forme les collines des territoires d'Asti et de Tortone, traverse le haut Pô dans le Pavesan, parcourt le Placentin, le Parmesan, le Reggionois, le Modenois, et passant par les territoires de Bologne, de la Romagne, de Macerata et de Tronto, continue dans les Abrusses et dans une partie de la Pouille. Si nous tournons du côté de la Méditerranée, nous recontrerons ces sortes de collines dans le Lucquois, dans le Val d'Arno tant supérieur qu'inférieur, dans les territoires d'Arezzo, de Pise, de Volterre et de Sienne jusqu'à Acqua-pendente : puis elles comparoîtront de nouveau à Orviette, Todi, Otricoli et près de Civita-vecchia. A ces mêmes collines appartiennent le Mont-Marius de Rome, la chaîne du Janicule et celle du Vatican. Si nous dirigeons

nos pas vers le royaume de Naples, nous les retrouverons dans le territoire de Bénévent, à Ariano, dans la principauté d'Ultra, dans plusieurs sites de la Basilicata et enfin dans la Calabre. Les lacunes qu'on observe dans quelques parties de cette série qui regarde la Méditerranée, doivent surtout être attribuées aux volcans qui par leurs éruptions ont couvert les dépositions de l'ancienne mer. Les matériaux dont se composent ces collines, sont ordinairement une marne argileuse, recouverte par un sable calcaire et siliceux; et parmi les substances qu'on y trouve, on remarque le plus souvent le soufre, une malthe et une poix minérales, le muriate et le sulfate de soude: mais ce qui les rend encore plus intéressantes, c'est la circonstance qu'on y découvre de nombreux dépôts de substances organiques soit marines, soit terrestres. Quant aux premières, c'est-à-dire, aux substances marines, dans quelques collines sous-alpines il y a une si grande quantité de testacés fossiles, que cette quantité est peut-être supérieure à celle que contient la mer elle-même là où elle en produit le plus. Avec les testacés sont mêlés des échinites, des crabes, des madrépores, des alcyons, des astroïtes, des poissons, et enfin dans quelques endroits, des os de grands cétacés. Dans beaucoup de ces collines parmi lesquelles se distingue la contrée du Val d'Arno, en Toscane, on voit

encore les dépouilles d'animaux terrestres, comme éléphans, rhinocéros, hippopotames, ours, élans d'Irlande, cerfs, etc. Avant que les paysans qui habitent ces lieux, se fussent avisés de conserver les os fossiles qu'ils trouvaient en travaillant la terre, pour les vendre aux curieux, ils construisaient ordinairement des palissades avec des tibia et des fémur d'éléphans et d'autres grands animaux, pour clore leurs jardins.

Ces terrains tertiaires doivent leur origine dans plusieurs endroits, aux dépôts de la mer lorsqu'elle se retira pour la dernière fois du continent, et que ses eaux ne pouvaient plus former des couches solides; dans d'autres, aux alluvions et transports d'eaux (1); et enfin dans quelques sites, à l'une et à l'autre de ces deux causes combinées ensemble (Voy. ce qui a été dit dans le § 352).

---

(1) Le sol sur lequel est située la ville de Pétersbourg, est formé des dépositions non encore consolidées de la Neva, et tous les édifices sont bâtis sur pilotis. La Hollande et toutes ses côtes jusqu'à l'Elbe sont des dépositions des fleuves qui débouchent dans la mer d'Allemagne, et les anciens ont encore reconnu que la basse Égypte doit son origine aux dépositions du Nil.

CHAPITRE LXVIII.

Des substances salines et combustibles des terrains primitifs.

§ 402. La plus grande partie de la superficie de notre planète est formée des substances pierreuses dont nous avons parlé jusqu'à présent; mais dans beaucoup d'endroits, on trouve encore mêlées avec ces substances, les matières salines ou combustibles ou bien métalliques. Pour ne pas interrompre l'examen que nous avons fait des premières, c'est-à-dire, des substances pierreuses qui se présentent en plus grande abondance, nous n'avons point fait mention des autres, nous réservant d'en parler en particulier.

On a observé dans quelques parties du globe, des sources d'eau chaude qui sortent des roches primitives. Brongniart dans sa *Minéralogie*, tom. I, pag. 95, en compte plusieurs dont quelques-unes ont une température de plus de 150 degrés du thermomètre centigrade (1), mais qui ne contiennent point des matières salines, tandis que toutes les

(1) Il n'est pas surprenant que l'eau d'une source souterraine dont l'évaporation est empêchée, ait une température beaucoup plus élevée que l'eau bouillante à l'air libre, comme cela arrive dans la marmite de Papin.

autres eaux chaudes qu'on voit sourdre des terrains secondaires, sont plus ou moins chargées de diverses qualités de sels, ce qui donne à penser que la production des substances salines n'est pas contemporaine de la consolidation des roches primitives. Cependant nous savons de Humboldt, que lors du grand tremblement de terre qui se fit ressentir en 1530, dans la ville de Cumana et ses environs, en Amérique, il se forma dans la montagne voisine qui se compose de schiste micacé, une énorme ouverture d'où sortit une grande masse d'eau salée mêlée d'asphalte. Les eaux thermales de Carlsbad sortent du granit et contiennent du sulfate et du muriate de soude, de la chaux, de l'acide carbonique, du fer, et suivant les récentes analyses de M.r Gimbernat, beaucoup d'azote. En outre, quoique le muriate de soude soit répandu en petite dose dans la pâte de quelques substances qui appartiennent à la formation primitive (Voy. § 97), on en a trouvé des quantités assez considérables renfermées entre les roches de cette même formation. Dans la montagne d'Arbonne qui est à trois lieues de S.t Maurice, vallée de la Tarentaise, on observe parmi les couches calcaires et gypseuses, une espèce de sel gemme ; c'est une roche semblable au marbre, qui contient un tiers de son poids de très-bon sel. Ébel croit que cette saline est la seule qui existe dans le domaine de

la formation primitive relativement à tous les montagnes d'Europe. Les observations faites par Brochant dans la vallée de la Tarentaise, pourraient porter à croire que cette roche appartient à la période des formations de transition; mais il est incontestable que les analyses chimiques ont fait découvrir le muriate de soude dans des substances pierreuses qui se rapportent au domaine des formations primitives.

§ 403. L'autre substance saline appelée sulfate de chaux, est beaucoup plus fréquente. Les gypses de la vallée Levantine dans le S.t Gothard, placés entre deux couches de gneiss; ceux de Bellinzone renfermés dans le schiste micacé; les gypses blancs du Mont-Cenis décrits par Saussure (1), de la vallée de Chamouny et de la glacière de Gébulaz dans le département du Mont-Blanc; ceux trouvés par Daubuisson au voisinage de Cogne dans la vallée d'Aoste, ou par Le Livec dans la mine de plomb argentifère de Pessey, ou encore par Herricart de Thury près Chalances; et les gypses observés par Patrin dans la partie septentrionale de la chaîne de l'Ural, et par Pallas dans la partie

(1) Saussure avait considéré les gypses du Mont-Cenis comme superposés; mais les travaux qu'on a pratiqués dans cette montagne à raison de la nouvelle route, ont fait découvrir d'immenses couches de gypse qui alternent avec les roches schisto-micacées, et qui se montrent dans les parties basses, comme dans les parties les plus élevées de la montagne.

méridionale de la même chaîne, tous ces gypses ont été regardés par les géologues comme appartenant à la formation primitive[1]. Aux gypses que nous venons d'indiquer, nous pouvons joindre ceux qui ont été découverts dans la mine de plomb argentifère de Viconago, lesquels contenus dans une montagne formée de schiste micacé et d'une roche argilo-siliceuse, semblent appartenir encore aux mêmes formations, ainsi que ceux d'une mine aussi de plomb argentifère de Civellina, près de Schio, dans le Vicentin, si toutefois, ayant égard à leurs caractères extérieurs, on ne veut pas les rapporter à la période de transition, puisqu'ils sont souvent colorés spécialement en rouge, mêlés avec l'argile, et forment parfois des couches très-minces. Enfin M.r Cordier cite comme incontestable un gypse primitif dans l'état de Gênes : ce gypse est situé au centre des montagnes primitives de l'Apennin, au fond de la gorge d'Isoverde, près la Bocchetta. Il est l'objet d'un exploitation, ce qui

---

(1) Il faut néanmoins excepter M.r Brochant qui dans un Mémoire inséré aux *Annales des mines*, 3.e livraison, 1817, après avoir rapporté plusieurs observations faites sur les gypses primitifs des Alpes, conclud en disant : « Il ne paroît pas encore prouvé » qu'il y ait dans les Alpes ou ailleurs des couches ou des masses » de gypse distinctement enclavées dans un terrain primitif et » ayant avec lui des caractères de formation contemporaine . . . » plusieurs gypses des Alpes forment des couches dans un ter- » rain de transition déterminé. »

permet d'observer rigoureusement la disposition des masses: elles sont en couches presque horizontales, s'enfonçant au sud-est et à contre-pente dans la montagne qui les renferme et immédiatement recouvertes par plusieurs assises parallèles de serpentine porphyroïde à cristaux de diallage, lesquelles sont elles-mêmes surmontées par des schistes argileux primitifs, luisans et satinés, en couches également parallèles, composant un système très-puissant (Leman, art. *Gypse* du Nouveau dict., etc.).

§ 404. L'origine ignée que nous avons assignée aux roches primitives, ne répugne certainement pas à la formation des substances salines qui se trouvent quelquefois mélangées avec elles. La nature nous présente souvent des substances qui passent de la fluidité ignée à l'état de pierre, et ce passage est bien des fois accompagné de productions très-copieuses de sels. Tous ceux qui ont visité les volcans, savent avec quelle abondance les sels et spécialement les sels muriatiques et sulfuriques sont produits par les vapeurs des laves et des volcans. La superficie de la lave qui sortit du Vésuve en 1794, était, peu de jours après l'éruption, couverte de belles cristallisations de soude muriatée et d'ammoniaque muriatée. A la suite de quelques éruptions du mont Ecla, on trouva une quantité si considérable de sel qu'on en aurait pu charger des chevaux, selon l'expression

d'Olassen et Povelsen (Voy. leur *Voyage en Islande*). Berth a vu plusieurs parties de la superficie de la lave vomie par le volcan de l'île de Bourbon, en 1791, et principalement les fentes de cette lave couvertes de muriate de soude cristallisé. De Buch dans la relation qu'il a donnée de l'éruption du Vésuve, laquelle eut lieu en 1805 (Voy. *Bibl. brit.*, tom. 30, pag. 252), rapporte qu'ayant tenté d'entrer dans une fente que présentait un cône situé dans le cratère du volcan, et qui avait trois ou quatre pieds de longueur, il en fut empêché par une chaleur insupportable, et qu'il vit les parois de cette fente tapissées d'une croûte de muriate de soude de deux ou trois pouces d'épaisseur. Le même auteur observa que la superficie de la lave qui sortit le 28 juillet suivant, était couverte de muriate d'ammoniaque, et présentait dans quelques endroits, le muriate de cuivre qui avait paru en très-grande quantité sur la lave de l'année précédente. A ces faits certains et incontestables, j'en joindrai un beaucoup plus singulier, et qui peut-être paroîtra équivoque à quelques personnes. Le savant chimiste Proust dans une lettre dont le *Journal de physique*, tom. 55, pag. 457, contient un extrait, dit que Garcias Fernandez a prouvé que les environs de Burgos, capitale de la vieille Castille, sont entièrement volcanisés, circonstance qui n'avait été remarquée par aucun des

naturalistes qui avaient antérieurement parcouru l'Espagne. Les fameuses mines de sel gemme de Poza près de Burgos, qu'on exploite pour le compte du Roi d'Espagne, sont situées dans le centre d'un grand cratère: Fernandez y a recueilli des basaltes, des olivines, des pierres ponces, des pouzzolanes, des argiles cuites, etc., et entr'autres choses fort singulières, un morceau de fer du poids d'environ 20 livres. Devra-t-on penser qu'un volcan se soit allumé au milieu d'une mine de sel sans la détruire, ou qu'une énorme masse de sel ait été produite par un volcan? Véritablement ces deux propositions sont également étranges; il faut cependant que l'une ou l'autre soit vraie, si les faits sont tels qu'ils ont été rapportés, faits que l'autorité d'un chimiste comme M.r Proust rend très-probables. L'invraisemblance de la première opinion nous force à embrasser la seconde.

§ 405. Quelques naturalistes pour expliquer l'origine des sels muriatiques, pensent que ces substances salines proviennent des eaux de la mer qui pénètrent dans les entrailles des volcans. J'ai toujours regardé non-seulement comme hypothétique, mais encore comme inadmissible cette communication de la mer avec l'intérieur des volcans; et depuis fort long-temps j'insiste sur ce principe que plusieurs substances volcaniques qu'on considère comme simplement rejetées par les volcans, en sont de véritables produits, et

résultent des combinaisons infinies qui ont lieu dans ces immenses et très-actifs laboratoires de la nature. Indépendamment de l'acide muriatique, on trouve encore dans les volcans, l'acide sulfurique, la potasse, l'ammoniaque ou alcali volatil et autres principes chimiques. Est-il vraisemblable que les sels des eaux marines puissent se dissoudre dans les vapeurs des volcans qui contiennent en si grande abondance les substances que nous venons de nommer et qu'ils puissent se sublimer sans se décomposer? De Buch après avoir exposé le phénomène du muriate de soude du Vésuve, ajoute: « Voilà un exemple bien » lumineux de la sublimation de ce sel laquelle » on a niée si long-temps et avec tant d'obsti- » nation. » Si par le terme de *sublimation*, il a voulu donner à entendre que ce muriate de soude procède de la mer, je ne saurais être de son avis. Mais dans la suite, nous aurons occasion de faire un examen plus détaillé de ce phénomène.

On peut déduire, ce me semble, de ce qui précède, que le muriate de soude qui se trouve dans les terrains primitifs, a pu être produit à l'époque de la consolidation du globe, par les vapeurs muriatiques qui se sont développées en abondance dans quelque partie de la masse terrestre (Voy. § 97).

§ 406. Parmi les courans gazeux qui se développèrent à cette époque, il est très-vraisemblable

qu'il y en avait aussi de gaz hydrogène sulfuré qui, s'il se trouve en contact avec quelque quantité d'oxigène ou avec l'atmosphère, passe à l'état d'acide sulfurique et se combine bientôt avec la première terre qu'il rencontre. De cette manière ont pu être formés les gypses des roches primitives, et si dans celles-ci on trouve encore les sulfures, comme cela se vérifie dans beaucoup de granits, dans quelques marbres calcaires primitifs et dans d'autres roches de la même époque, il est facile d'en assigner la cause. Si l'hydrogène sulfuré a rencontré l'oxigène, il s'est formé de l'acide sulfurique; mais s'il s'est trouvé en contact avec une substance métallique, comme par exemple avec le fer, le cuivre, etc., l'hydrogène s'est dissipé et le soufre (1) dans l'état de vapeur s'est combiné avec la substance métallique, et a produit les sulfures. On ne doit donc pas être surpris si dans les terrains primitifs, outre le gypse, on trouve encore les pyrites, et quelquefois même le soufre qui dans la décomposition de l'hydrogène sulfuré s'est précipité. Dans la nouvelle Grénade, Humboldt a observé le soufre au milieu d'une couche de quartz qui traverse

(1) Suivant les principes posés par Lavoisier, le soufre était considéré comme une substance simple; mais d'après les expériences de Davy, il paroît que c'est une combinaison d'une petite quantité d'hydrogène et d'oxigène avec une très-grande quantité d'une base particulière qu'on n'a pu encore déterminer.

une montagne primitive de schiste micacé, et deux solfatares renfermées dans un porphyre primitif. Les grandes et nombreuses masses de soufre que contiennent les Cordilières, gisent dans les roches primitives; on trouve souvent les pyrites dans le marbre de Carrare qui est regardé comme un calcaire primitif, et le soufre, même cristallisé, n'est pas rare dans les cavités de cette pierre: mais la très-grande facilité avec laquelle il s'en détache au plus petit coup, empêche d'en avoir des échantillons, et il faut voir ce phénomène sur les lieux. Le soufre n'est pas le seul combustible que nous offrent les terrains primitifs, on y trouve encore, suivant le témoignage de plusieurs géologues, l'anthracite (1), substance

(1) L'anthracite appelé autrefois *charbon incombustible*, parce qu'il brûle difficilement, est considéré par plusieurs naturalistes comme appartenant aux terrains primitifs. On le trouve quelquefois cristallisé en prismes exagones comprimés. La substance que les Allemands ont nommée *kohlenblende*, approche de l'anthracite, quoiqu'elle en diffère sous certains rapports. Cependant si l'anthracite se trouve quelquefois dans les terrains primitifs, ce qui du reste ne paroît pas bien démontré, ce n'est pas une raison pour en conclure qu'il appartient exclusivement à ces terrains. Dans le *Journal de mines*, n.° 81, on a inséré un Mémoire de Héricart de Thurry, où sont décrites diverses couches d'anthracite renfermées entre des schistes qui présentent des empreintes de végétaux tant du côté du toit que de celui du mur, et dont la formation est par conséquent postérieure à l'existence des corps organiques. Brochant, sur l'autorité de Dolomieu, avait d'abord assuré dans sa *Minéralogie*, que l'anthracite appartient

d'une couleur noir-bleuâtre éclatant ou noir-grisâtre, entièrement opaque, qui a un éclat demi-métallique, casse aisément et est tout-à-fait sèche au toucher. Cette substance brûle difficilement, et lorsqu'elle est exposée à l'action du feu, elle ne donne point cette flamme blanche accompagnée d'une fumée noire et épaisse, et d'une odeur bitumineuse que l'on observe dans la combustion des charbons fossiles. Comme elle a été trouvée dans les roches primitives, il convient de dire que la nature a pu produire une matière charbonneuse sans le secours de la végétation, ce qui paroît confirmé par l'observation que l'amphibole (hornblende), substance qui a son gisement dans les roches primitives, contient le carbone (Voy. Playfair, *Explication de la théorie de Hutton*, pag. 43); et que dans les mêmes roches primitives, on a trouvé le carbure de fer, le *graphite* ou *plombagine*. Qu'à l'époque des formations primitives beaucoup de carbone se soit développé indépendamment de la végétation, c'est ce que démontre la quantité d'acide

---

uniquement aux terrains primitifs, mais depuis il a changé d'opinion (Voy. *Journal des mines*, n.° 137). Le gisement le plus commun de l'anthracite est dans les roches de transition et spécialement dans la grauwake. Dans le calcaire de transition du lac de Côme dont nous avons parlé au § 313, on a encore reconnu quelques très-petites veines de ce combustible. Observons enfin qu'Omalius de Halloy a trouvé l'anthracite dans la roche calcaire coquillière du département de l'Ourthe.

carbonique qui s'est combinée avec quelques produits de ces formations, comme dans les spaths calcaires qui se trouvent unis aux quartz, dans les cavités des granits et dans les filons de chaux carbonatée subordonnés aux schistes primitifs. Mais abstraction faite de cette considération, il ne me paroît pas nécessaire de recourir à la végétation pour expliquer l'origine de toutes les substances charbonneuses, et je suis persuadé que comme la nature a des moyens pour produire l'ammoniaque et l'azote indépendamment du règne animal, elle peut aussi former le carbone sans le concours de la végétation. Le diamant n'est qu'un pur carbone, et il n'y a certainement pas de raison qui puisse nous porter à croire que la végétation ait influé sur la production de cette substance. Il me semble donc que la proposition de Menard de la Groye (Voy. *Journal de physique*, tom. 81, pag. 43) qui regarde comme évident que l'anthracite ne soit qu'un charbon végétal, peut souffrir quelque exception, puisque ce combustible n'est nullement bitumineux, que souvent il ne présente aucune trace qui puisse faire soupçonner qu'il a une semblable origine, et qu'il est très-probable qu'on le trouve associé aux roches dont la formation est antérieure à toute organisation. L'anthracite dans son état de pureté, n'est composé que de carbone, mais souvent il contient de la silice ou de l'alumine

ou du fer; et quel moyen plus facile d'obtenir toutes les combinaisons qu'on peut désirer, que celui d'imaginer tous les principes élémentaires confusément répandus dans une masse dont toutes les parties sont pénétrées par le calorique qui peut modifier les affinités électives, d'une infinité de différentes manières? Le carbone combiné avec l'oxigène et le calorique, produit le gaz acide carbonique; le même principe en s'unissant quelquefois à la silice, au fer, à l'alumine, donne naissance à l'anthracite, et réduit à son plus grand degré de pureté, il forme le diamant.

CHAPITRE LXIX.

Des dépôts gypseux et sulfureux des formations postérieures.

§ 407. L'époque des plus grands dépôts des substances salines et combustibles fut celle des formations secondaires. C'est une observation qu'on peut dire constante en géologie, que les gypses, les soufres, les pyrites et les sels muriatiques se trouvent communément dans les mêmes contrées et quelquefois dans les mêmes dépôts. Ces substances sont ordinairement accompagnées des dépouilles ou des empreintes des corps marins fossiles. Pallas a observé sur les rivages du Volga, une colline de gypse qui contient une très-grande quantité de soufre. Dans la vallée de Mazara, en Sicile, le soufre forme des couches de dix à vingt pieds d'épaisseur, interrompues par des couches calcaires et gypseuses; et les solfatares de nos Apennins sont remplies de gypse. Le muriate de soude ou en masse ou en sources salées est presque toujours accompagné du gypse et du soufre, comme on l'observe dans les mines de Wieliczka, dans celles d'Espagne et de Russie, dans les roches gypseuses d'où sortent les eaux salées de Hongrie, de Bex en Suisse, de la

Lorraine, de la Franche-Comté, etc. La fréquente union de ces substances me paroît indiquer la contemporanéité de leur origine. Ces mêmes substances se trouvent quelquefois, comme on l'a vu au chapitre précédent, dans les roches primitives; mais c'est dans les terrains secondaires, souvent peu distans des terrains primitifs, qu'elles sont déposées en très-grande quantité: et comme au voisinage des soufres, de gypses et des dépôts salins, on découvre beaucoup de corps organiques fossiles auxquels on peut joindre encore les bitumes, nous devons croire que la formation de ces substances appartient à un même ordre d'opérations, et à une époque où l'organisation végétale et animale avait reçu son plus grand développement, et la formation des roches secondaires avait déjà commencé. Il y a même des formations gypseuses plus récentes et auxquelles on a donné le nom de *gypses tértiaires*. Les caractères de ces gypses sont, 1.° le mélange avec beaucoup de terre calcaire, et c'est à raison de cela qu'on les appelle *calcarifères*; 2.° d'être fétides lorsqu'on les frotte; 3.° d'avoir le grain grossier; 4.° d'être superposés au calcaire coquillier. Dans ces gypses on trouve souvent la strontiane sulfatée ou terreuse en masses arrondies, comme à Montmartre près de Paris, ou cristallisée (*célestine*) comme en Sicile. M.r Leman a partagé ces gypses tertiaires en deux classes, selon qu'ils

contiennent du soufre ou qu'ils en sont exempts. A la première classe appartient la formation gypseuse de la Sicile et d'autres lieux, à la seconde celle des environs de Paris qui renferme des débris de quadrupèdes, d'oiseaux, de reptiles, de poissons, etc. On a remarqué la même formation en quelques autres endroits de la France.

§ 408. Nous pouvons concevoir la production en grand des gypses et des soufres, de la même manière qu'elle s'opère sous nos yeux et pour ainsi dire, journellement près des volcans actifs ou à demi-éteints, et aussi dans d'autres contrées. L'hydrogène sulfuré est le moyen dont la nature se sert maintenant pour former le gypse et le soufre tant dans la solfatare de Pouzole, que dans les îles Éoliennes, et dans les dépositions de beaucoup de ces eaux qu'autrefois on appelait hépatiques. J'ai eu plusieurs fois le plaisir d'observer dans la solfatare de Pouzole, les divers produits qui résultent de la décomposition de l'hydrogène sulfuré. Point de phénomène qui mérite d'être remarqué sur les parois internes des fentes d'où sort le gaz animé par beaucoup de chaleur; mais lorsque ce gaz vient à se mêler avec l'air atmosphérique, si sa chaleur est très-forte, alors on commence à apercevoir sur les parois de la fente, quelques petites gouttes d'eau qui peu à peu grossissent et prennent une forme allongée: en les examinant dès le premier moment de leur

naissance, on y voit quelques atomes d'une poussière jaune, qui se multiplient à mesure que la goutte grossit. Ces atomes jaunes sont des particules de soufre qui pendant quelque temps se meuvent à la manière des tourbillons, et de temps en temps quelqu'une se sépare pour s'attacher au point d'où pend la goutte; et là se forment des filamens de soufre. Comme celui-ci se sépare du gaz, il me paroît très-probable que l'hydrogène resté libre, se combine avec l'oxigène de l'atmosphère, et qu'à l'aide du calorique, il contribue à la formation de l'eau. Que si l'hydrogène sulfuré n'est pas accompagné de beaucoup de chaleur, on ne voit alors ni eau, ni soufre, mais il se forme de l'acide sulfurique, et les parois du lieu où les émanations se répandent, se couvrent d'efflorescences salines, c'est-à-dire, de sulfate d'alumine, de fer et de chaux, substances produites par la combinaison de l'acide sulfurique avec les terres contenues dans les matières volcaniques. J'ai plusieurs fois observé les mêmes phénomènes dans le voisinage des eaux minérales dites sulfureuses. Parmi beaucoup d'exemples du fait que je viens de rapporter, j'en citerai un relatif aux eaux de Sinuesse, aujourd'hui Mondragon, dans le royaume de Naples, desquelles j'ai parlé dans le tom. 1, pag. 120 de mes *Voyages physiques et lithologiques dans la Campanie*. Si quelqu'une de ces sources avoisine la pierre calcaire

et les tufs volcaniques qui sont fréquens dans cette contrée, on voit des efflorescences gypseuses, alumineuses et ferrugineuses couvertes de poussière de soufre. Le seul principe volatil qui se dégage de ces eaux, est l'hydrogène sulfuré, et celui-ci suffit pour donner naissance aux sulfates de chaux, d'alumine, de fer, et au soufre en nature. Les exemples du soufre et du gypse produits par le moyen de l'hydrogène sulfuré, sont donc très-multipliés.

§ 409. On dira peut-être que les produits que nous avons nommés, ne sont qu'accidentels, et que leur histoire n'influe en rien sur les grandes époques qui ont donné naissance aux couches terrestres ? Mais pourquoi ne pourrions-nous pas raisonner du petit au grand ? En observant la manière dont s'opèrent quelques phénomènes en petit, nous sommes autorisés à croire que les mêmes causes agissent encore dans la production des phénomènes en grand, mais de la même nature. En effet, qu'il soit question d'une petite masse ou d'une grande couche de gypse, c'est toujours la même substance dont on cherche l'origine, et le même mode de formation peut convenir aussi bien à l'une qu'à l'autre ; il suffit pour cela d'admettre dans les causes productrices, plus ou moins d'étendue et d'intensité. Imaginons donc que pendant que les roches secondaires se consolidaient, il y eût dans quelques endroits de

nombreuses émanations d'hydrogène sulfuré très-abondantes et permanentes. Là où cette substance se sera décomposée sans le contact de l'oxigène, mais par la seule action de quelque autre substance qui en aura séparé l'hydrogène, il se sera formé des dépôts sulfureux : ailleurs où l'oxigène aura concouru, il y aura eu production d'acide ; et si la roche qui se consolidait dans le même temps et dans le même lieu, était calcaire, elle se sera modifiée en sulfate de chaux. Il suit de là que quoique les formations les plus abondantes et les plus générales du gypse et du soufre aient été contemporaines de celles des roches secondaires, parce qu'alors la constitution physique de la mer primitive rendait plus fréquentes et plus copieuses les émanations gazeuses, cela peut cependant s'être répété d'autrefois à divers points de la superficie terrestre, c'est-à-dire, là où pendant long-temps les émanations d'hydrogène sulfuré se sont opérées et renouvelées ; et probablement c'est là la principale cause qui a influé sur cette singulière formation gypseuse des environs de Paris, laquelle est dans ce genre, un des phénomènes les plus intéressans. Les belles observations faites par Cuvier et Brongniart dans cette contrée, sont insérées dans différens volumes des annales du *Muséum*, et encore exposées dans l'*Essai sur la géographie minéralogique des environs de Paris*; nous en donnerons bientôt un aperçu. Si l'on

nande d'où pouvaient provenir les émanations ydrogène sulfuré, je répondrai qu'elles pou-ent résulter de la décomposition des sulfures; peut-être est-ce la raison pour laquelle on uve souvent des dépôts ferrugineux dans le sinage des gypses. Il n'est pas non plus difficile il se forme en quelque endroit de l'hydrogène furé, si ses principes se combinent ensemble, si le composé prend la forme gazeuse.

CHAPITRE LXX.

Des dépôts de muriate de soude.

§ 410. Il nous reste maintenant à chercher l'origine des immenses dépôts de sel fossile que l'on trouve dans différentes parties du globe ; et comme la mer a coopéré à leur formation, nous nous occuperons d'abord de la salure de ses eaux. La mer peut être considérée comme la mine de sel la plus abondante ou du moins la plus étendue qu'il y ait sur la terre. La-Métherie a calculé la quantité de sel que contient la mer à 18,969,990,861,195,800,000 livres de 16 onces (Voy. la *Théorie de la terre*, tom. 4, pag. 515). L'hypothèse qui déduit la salure de la mer, des montagnes de sel qui existent dans son sein, est dépourvue de fondement, et aujourd'hui très-peu suivie. Dans l'*Introduction à la géologie*, je me conformai à l'opinion généralement reçue par les physiciens, et j'avançai que la mer sous l'équateur est beaucoup plus salée que dans les autres latitudes ; mais M.r Humboldt dans la *Relation historique de son voyage*, part. 1.°, pag. 74, soutient le contraire, et rapporte les proportions du sel contenu dans les eaux de la mer, correspondantes

aux différentes latitudes suivant Watson. Ces proportions sont les suivantes :

de 0^d jusqu'à 14^d de latitude . 0,0374.
de 19^d .. à .. 25^d . . . . 0,0394.
de 30^d .. à .. 44^d . . . . 0,0386.
de 54^d .. à .. 60^d . . . . 0,0372.

Beaumé ayant encore analysé l'eau de la mer prise par Pagés sous différens parallèles, trouva un demi centième moins salée celle qui avait été prise à la latitude de 1^d, 16^m, comparativement à celle qui avait été prise entre le 25^d et le 40^d. Si l'on fait abstraction, dit l'auteur précité, des mers intérieures et des régions dans lesquelles se forment les glaces polaires, il est très-probable que la quantité des sels dissous dans les eaux de l'océan est à peu près la même. Cette quantité semble pouvoir être évaluée de trois à quatre pour cent. Cela posé, le sel marin est presque également soluble dans l'eau froide comme dans l'eau chaude ; et si ces montagnes de sel qu'on suppose dans la mer, y existaient réellement, on ne voit pas pourquoi l'eau n'aurait pas dû dissoudre cette quantité de sels qu'elle peut contenir pour en être saturée, et que l'on calcule à environ un tiers de sa masse. De là, au lieu de trois ou quatre centièmes de sel, l'eau de la mer en devrait contenir plus de $\frac{30}{100}$.

§ 411. On trouve bien moins d'invraisemblance dans l'opinion de ceux qui attribuent aux fleuves

et aux eaux qui lavent la superficie de la terre, les matières salines qui sont dans la mer où ils vont s'unir et déposer tout ce qu'ils ont ramassé dans leur trajet. Cette opinion fut celle de Halley qui pensait encore qu'on pourrait connoître l'âge du monde par le degré de salure de la mer. Mais il me paroît bien difficile que les eaux douces des fleuves puissent transporter à la mer une telle quantité de sel qu'elle suffise non-seulement pour la rendre aussi sensiblement salée, mais encore pour compenser cette quantité qu'en retire l'industrie de l'homme pour ses besoins, celle qui se décompose ou par l'évaporation, ou par l'organisation de toutes les plantes qui s'approprient la soude, et enfin celle que les eaux déposent sur les plages et dans les endroits qu'elles baignent. Les eaux qui lavent la superficie de la terre, non-seulement n'influent point sur la salure de la mer, mais on peut dire au contraire qu'elles diminuent cette salure : aussi voyons-nous que les eaux de la mer Noire qui reçoit dans son sein le Danube, le Dniester, le Dnieper, le Don et tous les fleuves et torrens qui descendent des montagnes du Caucase, de la Mingrelie, de la Géorgie, de l'Arménie et de la Natolie, ont été reconnues pour avoir un moindre degré de salure que celles de la Méditerranée et de l'Océan. Par la même raison les eaux de la Baltique, mer dans laquelle un grand

nombre de fleuves très-considérables ont leur embouchure, et dont la plus grande profondeur n'excède pas 80 pieds, sont peu salées. Suivant les observations faites par Wilke à Landskrona, la gravité spécifique des eaux du Sund lorsque le vent du levant souffle, est entre 1,0047 et 1,0060, tandis que par un vent de nord-ouest, elle monte à 1,0189, parce que dans ce dernier cas les eaux de la Baltique se mêlent avec celles de la mer du Nord.

§ 412. Il me paroît plus vraisemblable de penser que les substances salines contenues dans les eaux de la mer, furent produites au commencement par de grandes combinaisons chimiques de leurs élémens (Voy. chap. XVI), et que ces combinaisons en se répétant journellement et en petites quantités, conservent la salure de la mer à peu près au même degré en compensant les pertes. Peut-être les élémens qui contribuent principalement à ce phénomène, sont-ils l'azote et l'hydrogène qui, à la première époque du globe, produits sous la forme gazeuse, formèrent de grands courans, et qui dans l'état actuel des choses, peuvent se développer par la décomposition soit de l'eau, soit de tous les corps organiques animaux et végétaux dont la mer est peuplée. Suivant Kant (*Géographie physique*, traduction italienne, tom. 1, pag. 159), l'azote se dégage en abondance des eaux de la mer, et cet

élément contribue à la production du nitre, laquelle est constamment accompagnée de celle du sel marin qui dans quelques nitres bruts surpasse la quantité de vingt pour cent. Humboldt dit avoir observé dans les vastes plaines de la Cujavie, que l'acide muriatique se forme dans l'atmosphère comme l'acide nitrique. Le même auteur dans son *Voyage à la Nouvelle Espagne* a observé que depuis le lac de Cuiseo, qui est chargé de muriate de soude et exhale de l'hydrogène sulfuré, jusqu'à la ville de Valladolid, sur une étendue de terrain de quarante lieues carrées, il y a une grande quantité de sources chaudes qui ne contiennent généralement que de l'acide muriatique. Que si l'on veut admettre avec Davy, que l'acide muriatique résulte de l'hydrogène combiné avec le principe qu'il a appelé *clorine*, et que d'autres ont nommé *murio* ou *murigène*, il me paroît très-probable que cette combinaison ait facilement lieu dans de grandes masses d'eau où l'organisation tant animale que végétale, en décomposant toujours une partie d'eau, laisse en liberté quelqu'un de ses principes.

§ 413. Des décompositions et de nouvelles combinaisons produites par les diverses affinités des substances qui viennent à contact spécialement sous la forme vaporeuse ou gazeuse ont lieu journellement dans l'atmosphère comme dans la mer. De là résultent de nouveaux corps plus ou

moins abondans selon le concours des circonstances qui facilitent ou provoquent ces combinaisons. C'est ainsi que nous voyons le nitre ou le sel marin se former dans la pierre calcaire et compacte de Molfetta dans la Pouille, et dans les tufs calcaires de Gravina au royaume de Naples; c'est ainsi qu'au dire de Pallas, les eaux de quelques lacs de la Sibérie de douces qu'elles étaient autrefois, sont maintenant devenues salées. Le savant général Andréossy dans son *Voyage à l'embouchure de la mer Noire*, publié à Paris en 1818, page 62, cite le lac Moeris (aujourd'hui lac *Caron*), jadis réservoir d'eau douce pour l'irrigation des terres, dont les eaux sont maintenant plus salées que celles de la Méditerranée; et selon le témoignage de Strabon, les lacs amers de l'intérieur de l'isthme de Suez étaient autrefois remplis d'eau douce. Le sol de l'Afrique depuis l'Égypte jusqu'à la mer Atlantique abonde en sel, et dès les temps d'Hérodote, les eaux qui baignaient la base des pyramides, étaient salées. Dans beaucoup d'endroits de la Perse, de l'Arménie, et spécialement sur les rivages de la mer Caspienne et du lac Aral, on voit fleurir le sel marin. Plusieurs grandes plaines qui font partie des immenses déserts situés au centre de l'Asie, sont couvertes d'efflorescences muriatiques cristallisées en forme de lichens. Mais écoutons de nouveau Andréossy: on voit dans les déserts

qui séparent l'Égypte de la Syrie, des terrains et des lacs salés: ces derniers ont été exploités de temps immémorial par les tribus arabes du voisinage: les sels qu'ils renferment, doivent donc s'y renouveler. Les lacs de Natron dans les déserts de la Lybie sont exploités depuis très-long-temps, et il est reconnu que le natron et les autres sels que ces lacs contiennent, s'y reproduisent par suite d'une décomposition du sel marin, que la nature opère d'elle même et dont un habile chimiste, M.r Berthollet, a donné l'explication. Plus loin sur la communication de la deuxième Oasis à Siwah, un voyageur a trouvé en 1812 un lac inconnu à la géographie. Il a environ trois lieues de long sur une et demie dans sa plus grande largeur, et son eau est excessivement salée. A ces exemples on peut joindre celui de la mer Morte, dont l'eau est plus salée que celle de toute autre mer. Les combinaisons qui produisent les sels, ont lieu non-seulement dans la mer, dans les lacs et dans quelques parties de la superficie terrestre, mais encore dans les corps organiques, lorsque quelques circonstances particulières favorisent ces combinaisons. Dans les actes de la Société italienne, tom. 13, part. 2, il y a un Mémoire de Moscati où ce savant physicien rapporte l'histoire d'un homme qui à l'âge de 66 ans avait une plaie à l'un de ses pieds, et qui pendant le cours de six mois

de maladie qui précédèrent sa mort, rendit tant de muriate de soude qu'on put en recueillir cinq livres de 12 onces, dont trois suintèrent de la plaie, et deux furent extraites de la salive, outre une quantité notable qui se perdit surtout dans le commencement de la maladie. La conclusion de l'auteur précité est que l'organisation vitale d'un individu malade produit dans ce cas, un phénomène analogue à celui que la nature nous offre dans la formation du sel marin. Ajoutons que la production spontanée des sels est un phénomène si compliqué que nous ne pourrons jamais l'expliquer sans recourir aux combinaisons chimiques.

§ 414. Il y a lieu de croire que les combinaisons d'où résulte le muriate de soude, peuvent avoir lieu de la manière que nous l'avons déjà dit plusieurs fois, que le concours des circonstances propres à produire, même à présent, cette substance, est très-fréquent, et qu'il est très-vraisemblable que le sel marin contenu dans les eaux de la mer en partie y a toujours existé, comme nous l'avons expliqué ci-dessus, et en partie y est journellement produit par une combinaison de ses principes qui s'opère dans cet immense réceptacle. Le développement de ces principes, leur intensité et leurs nombreuses combinaisons devaient être sans comparaison beaucoup plus considérables lorsque le globe n'avait pas

encore pris l'état permanent qu'on y voit aujourd'hui, et que les opérations de la nature n'avaient pas un cours, pour ainsi dire, régulier. Il est donc probable que pendant que les roches secondaires se formaient, et que la superficie du globe se consolidait dans quelques-unes de ses parties, il y eut sous les eaux de la mer primitive, des émanations très-intenses qui procédant de l'intérieur encore chaud de la terre (1) se mêlèrent avec les précipitations, et donnèrent naissance à ces nombreux dépôts de sel que nous trouvons aujourd'hui. La mer a laissé des traces certaines de son séjour presque sur tous les points de la superficie terrestre; mais il s'en faut bien que les dépôts de muriate de soude soient aussi fréquens que ces traces, ce qui démontre qu'une autre circonstance que le séjour de la mer a dû concourir à leur production; et cette circonstance me paroît avoir été celle de copieuses émanations salines qui par quelque combinaison de principes ont eu lieu plutôt dans un endroit

(1) Que la chaleur intérieure du globe ait influé sur la formation des dépôts salins, c'est ce que Hutton déduit de la dureté et de la compacité des roches salines. Il pense que la seule précipitation du sel aurait formé au fond de la mer, ou des masses granulées, ou un amas de sels détachés, sans solidité ou cohérence, et que la transformation de ces masses en roches solides aurait requis l'application d'une chaleur capable de les mettre en fusion. Il me paroît que la cristallisation confuse aurait pu produire le même effet.

que dans un autre, ont continué pendant longtemps et sans interruption dans quelque site, et se sont renouvelées par intervalles dans quelqu'autre. Le muriate de soude ne se montre pas dans toutes les laves des volcans, et s'il se manifeste dans une lave, il n'est pas également copieux dans toutes les parties de cette lave. Avec cette hypothèse on peut aisément rendre raison de quelques phénomènes que présentent les mines de sel dans lesquelles l'argile forme des couches qui alternent avec celles du sel, est quelquefois mêlée avec cette substance, et en contient souvent des morceaux en forme de rognons, de sorte que la précipitation de l'argile doit être contemporaine de la formation du sel. Il y a aussi des mines de sel qui présentent de circonstances d'une telle nature, qu'il est très-difficile de pouvoir les expliquer par d'autres principes. M.r Cordier dans les *Annales des mines*, 2.e livraison 1817, a donné la description de la montagne de sel gemme de Cardonne en Espagne, laquelle est composée de muriate de soude, d'argile et de gypse: tous ces matériaux sont disposés en couches verticales et parallèles posées sur la tranche. La montagne est isolée, mais en observant les couches des roches secondaires qui l'entourent, on voit que si on les suppose prolongées, elles viendraient recouvrir en gisement *transgressif* (Voy. la note du § 322) les tranches verticales des couches

salines et gypseuses. On ne saurait attribuer aux dépositions l'origine des couches verticales, et si nous supposons que pendant que les roches secondaires qui environnent la mine de sel, se formaient, il s'opéra de copieuses émanations salines dans l'endroit où cette mine est placée, il nous sera facile de concevoir non-seulement l'origine des couches verticales de la mine, mais encore la conformation des couches environnantes.

CHAPITRE LXXI.

Des dépôts des substances bitumineuses.

§ 415. Bien que dans le domaine des roches primitives, on trouve quelques exemples de substances charbonneuses (Voy. § 406), les productions les plus abondantes de celles-ci ont eu lieu aux époques postérieures à la première consolidation du globe. Leur origine doit être attribuée au règne végétal et en même temps au concours des matières animales, ainsi que l'indiquent ces empreintes de corps marins et de diverses plantes, ces bois en partie bitumineux et en partie conservant encore leur état primitif, et les traces de l'organisation végétale et animale dont elles sont le plus souvent accompagnées. La plus considérable de ces substances, celle que la nature a répandue avec le plus de profusion, et qui nous intéresse le plus à cause des grands avantages qu'en retirent les peuples qui ont le bonheur de la posséder, est le charbon fossile ou la houille. Ses couches sont quelquefois très-nombreuses, et dans quelques contrées, on en a observé plus de 60 posées les unes sur les autres et parallèles entr'elles. Les couches pierreuses qui enveloppent immédiatement les substances

bitumineuses, sont le plus souvent formées de schiste argileux ou d'un grès schisteux; les autres couches intermédiaires se composent fréquemment de calcaire. Dans la grande mine de charbon fossile de Liège, quelques-unes de ces couches intermédiaires sont d'une hauteur très-considérable, et l'on en a déjà reconnu 61 avec autant de couches de houille. Les couches pierreuses, spécialement celles de schiste argileux et de grès, sont quelquefois remplies d'empreintes de diverses plantes en très-grande partie exotiques. Les couches de charbon fossile sont souvent si étendues, qu'elles occupent des contrées entières; quelques-unes ont jusqu'à 30, 40 et 50 pieds d'épaisseur, pendant que d'autres n'ont dans cette dimension que peu de pouces et même peu de lignes. Elles conservent ordinairement entr'elles un parfait parallélisme, et leur position est très-souvent presque horizontale. Parfois elles sont plus ou moins inclinées; enfin quelques-unes sont presque verticales. Les mines de ce précieux combustible se trouvent le plus souvent dans les schistes adossés contre les flancs des montagnes primitives, bien qu'il y en ait quelques-unes très-riches qui sont situées dans des terrains secondaires fort éloignés des terrains primitifs, comme les mines de Valenciennes, de Mons, etc. Quelquefois on rencontre des dépôts de charbon fossile dans des bassins environnés de montagnes

très-hautes, comme à Santa-Fé de Bogota en Amérique, dont le sol est élevé de 2200 toises au-dessus du niveau de la mer, tandis que dans quelques autres parties du globe, la houille git à de très-grandes profondeurs au-dessous du même niveau. Franklin raconte que dans la mine de White-Haven, il descendit à une telle profondeur que le niveau des eaux de l'océan était à plus de 4000 pieds au-dessus de sa tête, et que les mineurs lui assurèrent que les excavations se prolongeaient encore de quelque mille en descendant toujours au-dessous de la mer. Les couches qui servent de toit au charbon, sont d'une ardoise chargée d'empreintes de plantes.

§ 416. Ce que nous avons dit jusqu'à présent, ne convient qu'à la véritable houille. Outre ce combustible, on trouve très-fréquemment dans le globe, une autre substance charbonneuse à laquelle on à donné le nom de *lignite*, parce qu'elle conserve encore l'apparence, la texture et plusieurs caractères extérieurs du bois, et qu'elle a été en même temps plus ou moins pénétrée par le bitume. Cette substance qui dans quelques contrées forme de grands dépôts, a reçu en Angleterre et en Allemagne différens noms selon ses diverses variétés qui dépendent de sa décomposition et de sa bituminisation plus ou moins grandes, de la qualité des plantes qui l'ont produite et des diverses circonstances

qui ont accompagné la formation des dépôts. Les noms de *bovey-coal, braunkohle, surturbrand, kennelkohle, pechkohle* (jayet) se rapportent à diverses variétés de lignites ou bois bitumineux avec lesquels on a long-temps confondu la houille. Quelques naturalistes pour distinguer ces deux espèces de combustibles, ont eu recours à leur manière de brûler. Les lignites se gercent, diminuent de volume, ne se gonflent point, ne s'agglutinent point au feu, donnent une flamme claire, légère et blanchâtre, et par cette raison on les indique encore par le nom de charbons secs. Leur chaleur n'est pas fort efficace, et ordinairement elle ne parvient qu'avec beaucoup de difficulté, à souder le fer, ce qui les rend peu propres aux travaux de la forge. Les houilles au contraire augmentent de volume au feu, se gonflent, s'agglutinent comme si elles fondaient en une masse: leur flamme est fuligineuse, à peine paroît-elle sur la braise, et elle a besoin d'être alimentée par un grand courant d'air; c'est ce qui leur a fait donner le nom de charbons gras: la chaleur qu'elles produisent est très-intense. On doit pourtant observer que comme dans la même mine, les charbons secs sont souvent mêlés avec les charbons gras, on ne peut pas de leur manière de brûler déduire un caractère fixe et sûr pour distinguer les houilles des lignites. Les indices qui résultent de leurs

caractères externes tels que la couleur, la texture, le brillant, la fracture, etc., sont encore plus incertains. On ne peut pas non plus tirer un grand secours des analyses chimiques dont les résultats diffèrent dans les doses relatives, bien que souvent ils s'accordent dans la qualité des principes qui sont le carbone, le bitume (1) et une certaine quantité de terre alumineuse et siliceuse. A ces principes qu'on peut regarder comme essentiels, se joignent souvent l'ammoniaque, le soufre et quelque substance saline comme la chaux sulfatée, etc.

§ 417. D'autres naturalistes pour établir une différence entre la houille et le lignite, ont considéré les degrés de bituminisation ; ils ont regardé ces deux substances comme ayant été

---

(1) Si la dose du principe bitumineux diminue et que celle du carbone croisse, la houille passe à l'anthracite (Voy. § 406); si la proportion du carbone diminue et que la quantité des substances terreuses croisse, la houille passe à l'état de schiste bitumineux; et si les parties tant terreuses que carbonneuses diminuent, la houille passe à l'état de bitume asphalte. Il est très-difficile de distinguer d'une manière assez précise toutes les variétés des substances charbonneuses qui peuvent résulter des combinaisons de ces principes très-variables dans les proportions, et unis à d'autres principes qui s'y trouvent souvent ainsi que l'ammoniaque, le soufre, etc. Comme nous avons parlé des principes fixes, nous n'avons pas fait mention de l'hydrogène que les houilles contiennent en grande abondance et qui y est quelquefois dans un tel état de liberté, qu'il se développe spontanément et sans le secours du feu.

dans le principe, des bois dont la transmutation est parfaite dans la houille, non achevée dans le lignite, et ils rapportent les substances qui figurent entre ces deux extrêmes, à l'un des deux, suivant que l'altération est plus ou moins sensible. Cette opinion est confirmée par l'observation que dans beaucoup de houilles, après qu'elles ont été réduites en coack, ou après que la partie bitumineuse en a été séparée ou par la distillation ou par quelqu'autre procédé correspondant, on distingue clairement la texture ligneuse. Je conserve un morceau de coack que je retirai moi-même du Creusot, et dans lequel les fibres ligneuses et les cercles concentriques de l'arbre sont très-visibles. Mais dans cette opinion, on ne trouve pas de point fixe qui puisse servir de limite entre le lignite et la houille. Hatchett dans les charbons de Bowey qui en général sont des lignites, a observé une échelle graduée depuis les végétaux entièrement intacts et non altérés jusqu'à la houille parfaite et commune. Playfair dans ses notes sur la *Théorie de Hutton*, dit que le charbon avec sa texture ligneuse très-apparente, et le charbon sans cette structure visible, se trouvent souvent dans la même couche, dans la même mine, et ce qui est bien plus encore, dans le même échantillon. Il ajoute qu'il possède un morceau tiré d'un lit de charbon trouvé dans l'île de Sky sous une

roche basaltine, composé d'une partie ligneuse qui disparoît peu à peu et se transforme en une masse qui ne présente plus de traces de fibres, et dont la superficie est polie, nette, luisante et de fracture presque vitreuse.

§ 418. Nous laissons aux oryctognostes le soin de déterminer avec précision les caractères distinctifs des substances charbonneuses fossiles, considérées minéralogiquement; et nous bornant à ce qui intéresse principalement la géologie, nous allons examiner le gisement et la position géognostique de ces substances. Les houilles se trouvent ordinairement dans le voisinage des montagnes primitives (Voy. § 415), en sorte que leurs formations reposent le plus souvent sur le granit, sur le porphyre, sur le schiste argileux, etc. Leurs couches sont renfermées dans des arénaires (psammites d'Haüy (1)) et dans des schistes argileux qui ont souvent des empreintes végétales. Les couches de pierre calcaire contiennent aussi

---

(1) Cette substance pierreuse est si commune dans les mines de houille, qu'elle a reçu le nom de *grès des houillères.* Elle est composée de parties de quartz, de feld-spath et de mica, empâtées dans un ciment argileux tantôt plus, tantôt moins abondant, et quelquefois en si petite quantité qu'elles sont à peine liées entr'elles. Ces parties sont parfois si petites, que leur union a l'apparence d'une pierre granulaire fine et homogène; d'autrefois elles sont si grandes que la pierre devient une brèche ou un poudingue. Quelques auteurs ont donné à ce grès le nom de granit régénéré.

des mines de houille ainsi qu'on le voit dans la Provence et dans quelques parties des Alpes (1). Au contraire les dépôts de lignites se trouvent constamment dans les terrains secondaires les plus modernes, comme ceux de brèche, de poudingue, de grès, etc.; dans les couches sablonneuses et argileuses, dans celles de marne bitumineuse et de craie, et dans les terrains même d'alluvion et d'atterrissement. On a observé que ces dépôts sont dans quelques endroits couverts d'un calcaire grossier qui contient des coquilles marines, quoique dans les couches du combustible, il y ait des coquilles terrestres ou d'eau douce. Ces lignites ont quelquefois un gisement assez singulier, c'est celui d'être presque (2) en

(1) Dans le *Journal de mines*, n.° 8, il y a un tableau des divers lits qui accompagnent les houilles, et des roches qui les environnent, en plusieurs lieux de l'Europe. Ce tableau est inséré dans un Mémoire très-instructif de M.r Du Hamel sur les combustibles fossiles. Nous ferons observer que les bancs calcaires des mines de houille sont ordinairement d'un calcaire compacte, de couleur tantôt noire, tantôt d'un gris-obscur et quelquefois gris-jaunâtre. Dans le calcaire noirâtre de la mine de houille de Gifone au royaume de Naples, on trouve souvent des empreintes de poissons; et c'est une chose connue que les terrains calcaires qui renferment la houille, contiennent des ammonites, des gryphites, des térébratules, des madrépores et une grande quantité d'autres débris de coquilles qui paroissent appartenir à des espèces perdues.

(2) Je dis *presque*, parce qu'entre le basalte et le lignite, il y a le plus souvent quelque substance terreuse interposée.

contact avec les roches basaltiques, comme on l'observe en Irlande, près le fameux pavé des Géans, dans quelques lieux de l'Auvergne, dans le célèbre mont Meisner et à Bolca dans le Véronais (Voy. le savant *Mémoire du Comte Lazize sur les combustibles fossiles du Véronais*, pag. 29). Nous aurons occasion de parler ailleurs de ce phénomène qui a donné lieu à beaucoup de raisonnemens. Par rapport aux lignites, on doit consulter l'intéressant travail de M.r Woigt, inséré dans les n.o 157 et 158 du *Journal des mines*, sur les houilles et les bois bitumineux, dans lequel on assigne les moyens de chercher, de reconnoître et de mettre à profit ces combustibles fossiles. M.r Woigt avait été précédé par M.r Faujas dans l'idée de distinguer les charbons de terre en deux classes selon qu'ils gisent dans les pays plus anciens ou plus récents (Voy. *Essais de géologie*, pag. 432). Il a cependant rectifié et développé le principe du naturaliste français, et il est entré dans les plus grands détails, en appliquant la nomenclature aux descriptions orictographiques et géognostiques. Le Mémoire de M.r Brocchi sur le *lignite de Gandino*, inséré dans le *Journal de la Société d'encouragement de Milan*, mérite aussi d'être lu, ainsi que l'article *lignite* de M.r Bonnard dans le Nouveau Dict. d'hist. nat.

§ 419. Il résulte de ce que nous avons dit dans les §.es précédens, que l'origine de la houille

doit être principalement attribuée aux substances végétales ; et il est très-probable que les substances animales ont encore contribué à sa production, ainsi qu'on peut le déduire de la quantité d'ammoniaque que les houilles fournissent lorsqu'elles sont mises en distillation. Je dis *probable*, parce que je suis persuadé qu'on peut produire, et qu'on produit réellement l'ammoniaque par la combinaison de l'hydrogène avec l'azote sans le concours d'aucune organisation animale. Mais par quel procédé la nature a-t-elle pu transformer les substances végétales en bitumes, en masquer les apparences, en effacer les caractères et en substituer de nouveaux? Avant de répondre à cette question, il ne sera pas inutile de faire observer, 1.° que les bois et les végétaux, lorsqu'ils sont pendant long-temps ensevelis sous terre, se changent facilement en charbons. C'est une observation que j'ai plusieurs fois eu occasion de faire dans les tufs des environs de Rome, comme dans ceux des champs Phlégréens où l'on trouve fréquemment quelque morceau de bois réduit à l'état de charbon ; et le même phénomène se fait remarquer fort souvent dans les conglomérats volcaniques du Vicentin (1). Il

(1) Si le bois enterré se change en charbon, quelquefois il se pétrifie et devient siliceux ; d'autrefois il sert de matrice à des substances minérales étrangères à sa nature. C'est ainsi que dans l'Islande Makenzie a trouvé du bois charbonisé qui contenait des

où ils furent ensevelis sous les sables. Mais il est une autre observation qu'il importe de faire, c'est qu'à cette époque plusieurs parties de la terre étaient probablement couvertes par la mer dont les eaux étaient animées par un certain degré de chaleur, et que la superficie du globe qui n'était pas encore parvenue à cet état fixe et permanent qu'on y observe aujourd'hui, était sujette à subir de continuels changemens par suite soit de l'écroulement des cavernes souterraines, soit de l'effort des fluides gazeux qui n'avaient pas achevé de se développer. Pendant ces diverses révolutions, il a pu s'affaisser dans la mer quelque grande extension couverte de substances végétales, qui, pénétrées par la chaleur des eaux et des parties intérieures de la terre non entièrement refroidie, et se mêlant avec les substances animales des corps marins, se sont décomposées et dissoutes ; et réduites, pour ainsi dire, à un état pâteux, ont formé ici des amas, là des couches, et ailleurs des filons plus ou moins considérables selon l'action des courans de la mer, et les combinaisons des lieux et des matières qui les comprimaient et avec lesquelles ils se mêlaient. Ces phénomènes purent dans quelques endroits, se renouveler plusieurs fois et à certains intervalles pendant lesquels les formations des couches pierreuses intermédiaires eurent lieu, comme cela est arrivé relativement à la mine de Liège (Voy. § 415), et à d'autres

mines semblables. Il n'est assurément pas bien difficile d'imaginer que de grands amas d'arbres et de plantes aient été transportés à la mer par quelque grand fleuve, dans des crues extraordinaires qui ont pu se répéter à certains intervalles, sur quelques points de la superficie terrestre, ainsi que nous en sommes journellement les témoins. On peut voir à cet égard ce qui a été dit dans le § 352, sur les alluvions du Pô. Je conçois donc les lits de houille comme formés d'immenses dépôts de matières végétales qui ont souffert une véritable décomposition à laquelle quelques morceaux ont pu néanmoins échapper.

§ 421. Comme les substances animales et végétales peuvent fournir les parties carbonneuses et bitumineuses qui sont les deux élémens essentiels de la houille, il est inutile de recourir, ainsi qu'après Lehman, plusieurs auteurs l'ont fait, à un principe bitumineux minéral dont les végétaux ensevelis dans la terre se soient saturés. Il ne me paroît pas non plus qu'on puisse admettre l'hypothèse de Kirvan qui, considérant le lignite et la véritable houille comme deux substances entièrement différentes dans leur origine et dans leur formation, fait dériver la seconde, du seul règne minéral sans aucune influence du règne végétal. Les ingénieuses expériences de Hall peuvent confirmer tout ce qui a été dit, puisque nous savons que cet habile physicien, ayant

rempli quelques gros tubes de verre avec un mélange de sciure de bois et de râpure de corne de cerf bien comprimées, et ayant fermé hermétiquement ces tubes, obtint par l'action d'une chaleur inférieure à celle de l'incandescence, des masses charbonisées qui avaient la couleur et le luisant de la houille et produisaient une flamme brillante. Il est donc très-probable que les substances végétales terrestres, mêlées avec les animaux marins ou par des transports d'alluvion, ou par des catastrophes arrivées dans quelque partie de la superficie du globe, et unies à des matières terreuses, après avoir resté quelque temps plongées et comprimées dans les eaux de la mer pendant qu'elle était encore échauffée par la température de la terre, éprouvèrent une fermentation et une décomposition qui leur faisant perdre les apparences ligneuses, les transformèrent en une pâte bitumineuse. A cette modification a pu encore avoir contribué l'acide sulfurique qui s'était dégagé des couches des pyrites que l'humidité avait décomposées en les pénétrant (1). Ces conjectures

(1) Il résulte d'un travail non moins précieux qu'intéressant, fait sur ce sujet par M.r Hatchett, et inséré dans le *Journal de physique*, tom. 64, 1.° que les substances résineuses soumises à l'action des acides, fournissent une quantité de charbon beaucoup plus considérable que celle qu'on retire de leur distillation à feu nu dans des vaisseaux fermés; 2.° que le charbon obtenu des

ont pour appui la constante observation géologique, que les substances bitumineuses, les corps marins fossiles, les sulfates et quelques sulfures se trouvent ordinairement dans les mêmes contrées. Ensuite les amas de lignites appartiennent à des époques plus récentes, et en observant leurs circonstances géognostiques, on voit que leur origine doit être rapportée aux terrains plus récents, c'est-à-dire, aux terrains composés de fragmens de roches plus anciennes, remaniées par les eaux; et quelquefois aux terrains même d'alluvion et de transport. Les lignites fournissent à la distillation, l'acide pyro-ligneux, et leur minéralisation est l'effet du bitume qui s'est dégagé des végétaux eux-mêmes, accumulés et comprimés dans un même lieu, et pénétrés par l'eau réduite à l'état d'humidité (Voy. § 419). Les lignites conservent les caractères du bois à cause que le végétal n'est que minéralisé par le bitume, et que quelque long-temps qu'ils restassent sous terre, ils ne pourraient jamais se transformer en houille, vu qu'ils se sont trouvés hors des

substances résineuses par le procédé humide, comme serait, par exemple, l'acide sulfurique, était brillant, dur, irisé (propriété qu'on observe dans la houille), tandis que le charbon qu'on retirait des mêmes substances à l'aide du feu, n'avait point les mêmes caractères; 3.° qu'enfin le premier de ces deux charbons brûlait lentement, comme la plupart des charbons minéraux, pendant que l'autre se consumait rapidement ainsi que le charbon de bois.

circonstances qui ont concouru à la formation de celle-ci, savoir, le mélange avec des matières animales, la chaleur du globe, la présence de la mer, c'est-à-dire, d'un fluide chargé de substances salines, en un mot, un ordre de choses très-différent de celui qui s'est ensuite établi sur le globe. « A Camparola, près Sarzane, dans » les Apennins, un terrain houiller disposé en » couches verticales, et renfermant un banc de » houille exploité, est recouvert aussi en gise- » ment transgressif (Voy. la note du § 322), » par des couches horizontales d'argile et de » sable, lesquelles renferment des amas de li- » gnite exploités à San Lazzaro. Cet exemple » suffit pour prouver qu'il n'existe aucune con- » nexion entre la formation du lignite et celle » du terrain houiller, et que la première est » de beaucoup postérieure à la seconde (De » Bonnard). » Enfin comme, lors de la modification que les végétaux ont subie en se transformant en houille, quelques morceaux ont pu échapper à l'action des causes décomposantes, il n'est pas bien surprenant que dans les dépôts de lignites, on trouve quelques morceaux qui aient été entièrement changés en houille. Bientôt nous parlerons encore des lignites.

CHAPITRE LXXII.

Des dépôts métalliques.

§ 422. Les substances métalliques se présentent souvent sous la forme de masses planes, très-étendues en deux sens, mais d'une épaisseur assez bornée (1), interposées entre les substances pierreuses dont se compose le terrain ou la montagne dans lesquels elles ont leur gisement. Si ces masses ont une direction et une inclinaison semblables à celles des couches du terrain ou de la montagne, et si par conséquent elles sont parallèles à ces couches, on les appelle *bancs*, en allemand *lager*, et à ce dépôt métallique on donne le nom de mine en couches (Voy. ce qui a été dit dans le § 189 sur la définition du mot couches). Que si ces masses planes, très-étendues, mais peu épaisses, au lieu d'être parallèles aux couches de la montagne, sont perpendiculaires à ces couches ou s'inclinent sur elles, on les désigne par le terme de *filons* (2). Lorsque les bancs sont

(1) C'est cette épaisseur qu'on désigne par le mot *puissance*.

(2) Les termes de *bancs* et *filons* s'appliquent encore aux substances non métalliques, mais qui diffèrent par leur nature, des substances qui les renferment, pourvu qu'il y ait concours des circonstances que nous avons signalées. C'est ainsi que dans une

très-épais ou d'une grande puissance, mais comparativement peu étendus dans les deux autres dimensions, et que les couches du terrain se replient tellement autour d'eux, qu'elles les enveloppent, alors ces bancs reçoivent le nom d'*amas parallèles*. Les amas parallèles peuvent donc être considérés comme des bancs très-puissans, mais peu étendus en longueur et en profondeur: par la même raison, si un filon a une grande puissance, mais peu d'étendue en longueur et profondeur, on lui donne le nom d'*amas transversal*. Enfin les *amas irréguliers* sont ceux dont le minérai gît en grandes masses dans des cavités ou fermées de toutes parts, ou qui communiquent au dehors par le moyen de fentes ou de petits filons. Dans les ouvrages des auteurs qui ont spécialement traité des mines, on trouve l'exposition détaillée tant des caractères distinctifs des bancs, des filons, des amas, que des modifications que peuvent recevoir ces trois principaux types en se transformant en veines, en petits filons, en rognons, et des variations multipliées qu'on observe dans les bancs et dans les filons par rapport à leur étendue, à leur direction, à leur inclinaison et à leur puissance. Je me bornerai

---

montagne de granit stratifié, il pourra y avoir un filon ou un banc de quartz, selon que la masse quartzeuse plane, peu épaisse, mais fort étendue en longueur et profondeur, coupera les couches de granit, ou sera parallèle à ces couches.

donc à faire observer, 1.° que souvent ces gîtes des substances métalliques sont si peu à découvert, qu'il est difficile de reconnoître avec certitude si une mine est en bancs ou en filons; que beaucoup de gîtes métallifères considérés par quelques auteurs comme des filons, ont été rangés par d'autres dans la classe des mines en bancs; et qu'il paroît que plus les observations se multiplient, plus le nombre des gîtes en filons diminue, et celui des gîtes en bancs s'accroît; 2.° que quelquefois dans une même mine, on trouve réunis les bancs, les filons et les amas, comme dans la mine de mercure de la montagne de Landsberg, dans le Palatinat. Le même phénomène se répète dans le dépôt métallique de Reichenau, pays des Grisons, avec cette circonstance qu'outre l'irrégularité des formes, on y remarque encore le fréquent changement du minérai tantôt en cuivre et tantôt en fer à divers degrés d'oxidation. On peut consulter à cet égard les deux articles *filons* et *gîte des minéraux* du *Nouveau Dictionnaire d'histoire naturelle.*

§ 423. C'est dans les roches primitives, que l'on trouve communément les métaux. Le granit en contient quelques-uns, mais peu abondans; tels sont le fer, l'argent, l'étain, la galène de plomb, la blende, etc. L'étain et le schéelin tant calcaire que ferruginé du Zinnwald sont dans le granit; et le schiste primitif (thonschiffer) renferme le grand filon dit la *vetta madre* de minérai

d'argent près de Guanaxuato, dans le Mexique. Le gneiss est la roche la plus riche sous ce rapport : quelquefois les métaux y sont en bancs, mais souvent encore en filons. Dans le seul district de Freyberg, il y a plus de deux cents filons ouverts dans le gneiss (Voy. Brochant). La majeure partie des mines de la Saxe, de la Bohême, de la Norvège sont dans le gneiss. Le minérai de fer, dit De Buch dans le *Voyage en Norvège et en Laponie*, tom. 2, chap. IV, forme en Laponie et dans la plus grande partie de la Suède, des lits considérables dans le gneiss. Comme ces lits sont très-solides et presque indestructibles, ils se montrent à la superficie du sol sous la forme de montagnes de fer, lorsque le gneiss qui les environne, a été détruit par les météores atmosphériques. Leur épaisseur varie beaucoup : le lit de Junossavando a de 15 à 20 pieds d'épaisseur dans une mine, et de 42 à 45 dans une autre. On trouve encore des substances métalliques dans le schiste micacé, dans le porphyre, dans la siénite, dans le calcaire primitif, etc. Les roches dites de transition ou intermédiaires abondent aussi en métaux, et quelquefois même les secondaires en sont fournies. La plupart des mines de plomb et d'argent du Hartz et celles d'or de la Transilvanie sont dans la pierre sablonneuse dite grauwake. Les filons de galène argentifère, d'antimoine et de fer brun de la Tolfa.

près de Civitavecchia, gisent dans un calcaire de transition de couleur noirâtre, de fracture conchoïde, avec des veines de spath (Voy. Brocchi, *Conchyologie fossile sous-apennine*, pag. 8). Le même calcaire de transition, suivant Patrin, renferme les principaux filons de plomb de la Sibérie, la mine de plomb de Pierre-ville à six lieues de Cherbourg ainsi que le grand filon de Vedrin au nord de Namur. En plusieurs lieux, le calcaire secondaire est aussi traversé par des filons métalliques spécialement de galène, de cuivre gris, de malachite, etc. (Voy. Brochant, *Traité des roches*, tom. 2). Dans la montagne de Bleyberg, en Carinthie, les filons de galène alternent avec la pierre calcaire coquillière, dans laquelle on trouve les belles lumachelles opalines; et la mine de plomb du Derbyshire est aussi dans le calcaire coquillier, comme nous l'exposerons bientôt. Dans le district de Pasco, au Pérou, le calcaire secondaire contient de l'argent natif et de l'argent muriaté. Le minérai de cuivre de la Thuringe, de la Hesse et du pays de Hanau, et celui de mercure dans le Palatinat sont dans un schiste marno-bitumineux qui présente beaucoup d'empreintes de poissons. Enfin les montagnes d'arénaire (grès), bien qu'en général peu riches en métaux, en contiennent cependant quelquefois, ce qui se vérifie spécialement pour le cobalt.

§ 424. Les terrains de transport ou d'alluvion renferment encore quelquefois des substances métalliques très-divisées et en forme de grains ou de paillettes. La platine jusqu'à présent n'a été trouvée que dans ce gisement où l'on rencontre souvent l'or, métal qui au dire de Bergman, est, après le fer, le plus abondant dans notre planète. Les sables de l'Afrique, de beaucoup de pays de la France, de l'Allemagne et de l'Italie supérieure contiennent de l'or; mais sous ce rapport, plusieurs terrains d'alluvion du Pérou, du Chili, du Mexique, du Brésil et des autres parties de l'Amérique sont sans comparaison bien plus riches. Comme nous voyons journellement que les substances pierreuses les plus dures et les plus compactes se décomposent peu à peu, et sont réduites à l'état sablonneux ou pulvérulent, nous sommes portés à considérer toutes les matières qui se présentent à nos regards, sous cette dernière forme, comme des résultats de la destruction et de la décomposition des premières: de là cette opinion vulgaire que tout l'or qu'on trouve si fréquemment dans les terrains d'alluvion, soit en paillettes, soit en grains ou *pépites*, provient des filons des mines d'or qui gisent dans les montagnes voisines où ils se sont détruits et décomposés, et dont les eaux ont ensuite transporté dans les bas fonds les parties les plus déliées. Mais tous ceux qui ont entrepris des

excavations dans les montagnes les plus voisines des plaines, et des sables où l'on trouve l'or, ont inutilement dépensé leur argent et perdu leur temps et leur peine. « Les naturalistes, » dit Faujas, *Essais de géologie*, tom. 2, pag. 329, » qui ont observé avec des yeux attentifs, ces » substances minérales de transport, n'ont jamais » considéré cet or comme le produit des filons » métalliques que les fleuves et les rivières en- » tament dans leur cours et réduisent en paillettes, » en même temps que leurs flots atténuent et » convertissent en sable le quartz qui leur a servi » de gangue : cette théorie est trop contraire à » l'observation et aux résultats de tant de re- » cherches dispendieuses qui ont été faites pour » découvrir ces prétendus filons, pour qu'on » puisse l'admettre. » Le naturaliste Le-Blond qui a séjourné pendant trois ans au Pérou, et examiné avec beaucoup de soin les terres de transport de la vallée de Choco (1) dans lesquelles on trouve l'or et la platine (Voy. *Journal de physique*, novembre 1785), et qui considérait

(1) Le savant naturaliste mexicain, M.r Luc Alaman, m'a assuré que dans le royaume de Santa-Fé ou la Nouvelle Grénade, la zone de l'or commence à 80 ou 100 mètres au-dessus du niveau de la mer, et se termine à 800 ou 820 mètres. Cette zone est composée de sable dans lequel on trouve l'or et la platine, et ce sable est visible dans une étendue de 10 à 12 lieues. Sa plus grande richesse est à Choco, à 1 degré, 30 minutes de latitude sud, et diminue successivement.

ces métaux comme provenant des mines situées dans les montagnes qui dominent la vallée, rapporte néanmoins que ces mêmes montagnes contiennent de riches mines d'argent qui souvent est dans l'état natif, et que les terres de transport de la plaine ne présentent jamais aucune trace de ce métal, mais qu'on n'y voit que l'or et la platine. De là, Patrin conclud (Voy. *Histoire naturelle des minéraux*, tom. 4, pag. 339) que la platine et l'or en grains qu'on trouve dans les terrains d'alluvion, ne peuvent provenir de la destruction des filons gisant dans les montagnes. Brongniart dans sa *Minéralogie*, tom. 2, pag. 267, donne encore plusieurs raisons qui prouvent que l'or des sables aurifères appartient aux terrains lavés par les eaux des rivières qui les traversent, et que par conséquent il n'a pas été transporté d'un site lointain ou de l'intérieur des montagnes. On a donc rejeté une opinion si peu vraisemblable, et l'on a imaginé diverses hypothèses. Quelques-uns, ainsi que Faujas dans le passage précité, considèrent les sables aurifères comme l'ouvrage des anciennes alluvions qui ont eu lieu à l'époque de quelque extraordinaire révolution du globe, et qui détachant l'or de son site natif, le déposèrent dans quelques lieux particuliers où depuis les eaux et les fleuves ont creusé leur lit. D'autres, comme Patrin, ont soutenu que dans la zone torride, les sables

ferrugineux ont la propriété de coopérer avec l'action du soleil, à la formation de l'or, et que dans les autres climats ce métal est journellement produit par la végétation. Je fairai bientôt connoître quelle est à cet égard mon opinion.

§ 425. Dans les pays volcanisés, on trouve aussi quelquefois des dépôts métalliques. Strabon, en nous transmettant un tableau vraiment singulier et non moins curieux des anciennes révolutions volcaniques de l'île d'Ischia, nous apprend que les Érètres qui habitaient cette île, florissaient par la richesse de leurs mines d'or. Que si l'on pensait que l'existence des mines avait précédé l'embrasement des volcans, on doit réfléchir que le même Strabon dit qu'avant les Érètres, l'île avait été occupée par une colonie que Hiéron, roi de Siracuse, y avait envoyée, mais que cette population s'était retirée à cause des éruptions de feu. Malgré cela, les Érètres qui succédèrent aux Siracusains, et qui après quelque temps en suivirent l'exemple en abandonnant un pays toujours agité par les volcans, purent exploiter les mines d'or. Vu la petitesse de l'île et le grand nombre de bouches ignivomes éteintes qui en couvrent la superficie, il est très-probable que ces matières métalliques furent unies aux produits des volcans qui bouleversèrent ce sol. Humboldt qui à la fidélité des observations a toujours joint la rectitude du jugement,

a observé dans la Nouvelle Espagne, des filons métalliques renfermés dans quelques gangues qui lui ont paru volcaniques. Patrin (*Histoire naturelle des minéraux*, tom. 4, pag. 323) parle d'une mine de mercure, située au nord de l'Asie, près d'un ancien volcan dit *Montagne de soufre*. Suivant le même auteur, la mine de mercure de Guanca-Velica a son gisement à la sommité des Andes qui sont en grande partie d'anciens volcans (1); et la rive gauche du Rhin, contrée probablement volcanisée, offre pareillement des mines de mercure. Enfin suivant les observations de Hacquet, rapportées dans le *Journal de physique*, tom. 26, la célèbre mine de Nagy-ag, en Transilvanie, paroît être une production volcanique. Ce savant naturaliste assure que le lithologue en abordant cette contrée, s'aperçoit au premier coup d'œil, qu'elle a été entièrement bouleversée par un feu souterrain qui a formé des montagnes composées de laves et de roches volcaniques. La mine est située entre ces montagnes dans un petit vallon qu'on reconnoît tout de suite pour un cratère dont des pics de

(1) Si la montagne de Guanca-Velica est volcanique, ainsi que l'a pensé M.r Patrin, il conviendra de dire qu'elle appartient à la classe des volcans originairement sous-marins, puisque, comme nous l'observerons bientôt, Ulloa y trouva des coquilles fossiles. On doit en dire de même des volcans éteints de la rive gauche du Rhin, comme le prouvent les poissons qu'on trouve dans le schiste à Munster-appell.

lave environnent l'entrée. Dans ce cratère ou vallon, il y a plusieurs veines parallèles les unes aux autres, et dont la plupart sont très-riches en minérai. Personne, du moins que je sache, n'a encore révoqué en doute l'exactitude des observations de Hacquet, bien qu'elles aient été publiées depuis environ 30 ans. Dans le *Journal des mines*, n.° 47, on lit l'extrait d'un voyage minéralogique de M.r Esmark, où il est parlé des filons de Nagy-ag que renferme une montagne de porphyre-siénite, dans laquelle le feld-spath et l'hornblende (amphibole) sont très-décomposés. On ne doit pas être surpris de cette dénomination donnée à une roche qui est probablement volcanique, puisqu'elle concorde avec la nouvelle nomenclature qu'on veut introduire. Dans le voyage précité, on parle aussi de montagnes de trapp, voisines de Nagy-ag, et il y a lieu de croire que, comme on a coutume de le faire, on a donné le nom de trapp à des roches basaltiques. Du reste, on n'y fait nullement mention de l'opinion d'Hacquet, laquelle méritait certainement d'être examinée. Comme je n'ai point vu l'original du voyage de M.r Esmark, j'ignore si lui-même a parlé des observations faites par Hacquet.

CHAPITRE LXXIII.

Théorie de M.r Werner sur la formation des filons métalliques.

§ 426. Après que M.r Werner à parlé des filons métalliques dans un ouvrage uniquement écrit sur cette importante matière, ouvrage qui est du petit nombre de ceux que son nom décore, et qui contient le fruit de vingt ans de recherches et d'observations faites dans le pays le plus riche en mines qu'on connoisse en Europe, la célébrité d'un homme si respectable pourrait faire craindre d'être taxé de présomption à celui qui voudrait manifester une opinion contraire. Sa *Nouvelle théorie de la formation des filons* se réduit aux deux principes suivans: 1.° les filons ont été originairement des fentes ouvertes à leur partie supérieure (Voy. *Théorie des filons*, § 28), et ensuite remplies par cette seule partie supérieure. Donc là où il y a des filons ou métalliques ou d'autres substances différentes de la roche qui les contient, nous devons concevoir des espaces originairement vides. Il est certain que dans les montagnes, il a pu se former des crevasses soit par les secousses des tremblemens de terre, soit par l'écroulement ou l'affaissement

de quelques parties, soit enfin par la retraite de la masse à l'époque de sa consolidation (1). Il importe cependant de faire observer que si les fentes sont l'effet de la retraite, elles doivent être contemporaines de la consolidation de la roche; et que si au contraire elles ont été produites par les deux autres causes que nous avons indiquées, elles appartiennent à des époques postérieures. Il paroît que M.r Werner penche beaucoup plus vers cette seconde opinion, puisqu'il dit dans le § 38, que les filons ressemblent parfaitement aux fentes des roches, et que dans la longue durée de l'existence de notre globe, il devait nécessairement se former des fentes; puis il ajoute que les espaces occupés par les filons sont des fentes qui se sont formées dans les roches.

§ 427. Le second principe de la théorie de M.r Werner est que ces fentes ont été remplies par des précipitations fournies par une dissolution aqueuse presque toujours chimique, qui couvrait la contrée où se trouvent les fentes: par conséquent la substance des filons est le produit d'une série de précipités qui sont entrés par la partie supérieure de l'espace ou de la fente qu'occupent

(1) M.r Werner dit *desséchement*, conformément à son système des solutions aqueuses. Pour éviter toute expression systématique, je me sers du terme *consolidation* qui peut s'appliquer tant au desséchement qu'au refroidissement.

maintenant les filons (§ 62). Remarquons que dans le § 30, M.r Werner avait établi que la même précipitation qui a produit les couches des montagnes, a aussi fourni la matière métallique dont se composent les filons. Il suivrait de cette doctrine, 1.° que la formation des filons est contemporaine de celle des couches, et par conséquent on en viendrait à exclure toute formation des fentes et de filons postérieure à la consolidation de la montagne; 2.° que tant les filons que les couches de la montagne, ayant la même origine, puisqu'ils proviennent de la même précipitation, devraient, ce semble, être aussi de la même nature. Il est bien vrai que dans le § 63, M.r Werner indique les causes qui ont produit la différence qu'on remarque entre la matière des filons et celle des couches; mais la cause sur laquelle il se fonde principalement, c'est-à-dire, la plus grande tranquillité de la précipitation et de la déposition ne me paroît pas une raison suffisante pour expliquer cette différence si remarquable qu'il y a, par exemple, entre la nature du gneiss et celle du métal en filons qui y est renfermé. Une précipitation plus ou moins tranquille pourra fournir des cristallisations plus ou moins régulières; mais il me semble bien difficile quelle soit capable de produire une si grande différence dans la nature des produits.

§ 428. J'observerai de plus avec Playfair (Voy. *Explication de la théorie de Hutton*, pag. 154) que souvent quelques métaux, et particulièrement l'or et l'argent, pénètrent des masses de quartz et les traversent dans toute sorte de directions. Le seul aspect de ces échantillons suffit pour faire connoître que le quartz et le métal cristallisés sont passés en même temps de l'état de fluidité à celui de solidité, et il est difficile de concevoir que cette fluidité ait pu procéder de la solution dans un menstrue, puisque d'un côté la présence d'une substance alcaline est nécessaire pour communiquer à l'eau la vertu de dissoudre le quartz, et que de l'autre ce fluide ne peut dissoudre un métal sans la présence d'un acide. Mais deux qualités si opposées ne sauraient exister dans le même sujet. L'acide et l'alcali se seraient réunis, et leurs forces étant égales, ils auraient formé un sel neutre et incapable d'agir soit sur le corps métallique, soit sur le corps siliceux. Que si l'acide avait été plus puissant, le sel composé aurait agi sur le métal; et au contraire le quartz aurait été dissous, si le principe alcalin avait prévalu : mais dans aucun cas, le menstrue n'aurait pu à la fois exercer son action sur les deux substances. Bonnard qui a si bien décrit l'Erzgebirge, après avoir exposé les circonstances du gisement de l'étain dans les mines d'Éhrenfriedersdorf et de Marienberg,

onclud qu'il y a lieu de croire que la formation es filons d'étain fut presque contemporaine de elle des roches dans lesquelles ils sont encaissés.

§ 429. M.r Faujas, après Ferber, nous a onné une description très-intéressante des filons e galène du Derbyshire, dont le gisement préente un fait géologique très-singulier. Entre ›range-mill, Wensley et Dawley-moor, on voit, n commençant à la superficie de la terre, la isposition alternative des couches suivantes: 1.° rès quartzeux, 120 pieds anglais; 2.° schiste noir rgileux; 120 pieds; 3.° banc de pierre calcaire ès-dure avec des filons de galène, 50 pieds; 4.° app amygdaloïde, 16 pieds; 5.° banc calcaire dans quel reparoissent les filons, 50 pieds; 6.° trapp nygdaloïde, 46 pieds; 7.° banc calcaire avec des ons de galène, 60 pieds; 8.° trapp amygdaïde, 22 pieds; 9.° banc calcaire de profondeur connue. Dans d'autres excavations semblables éloignées de plusieurs lieues, on observe la ıême disposition des couches qui diffèrent néanıoins en épaisseur. Le calcaire qui alterne avec trapp, est quelquefois de la nature du marbre t reçoit le poli; d'autrefois il est noir et exhale u frottement une odeur fétide; d'autrefois aussi n y trouve des corps marins, comme entroques, rticulations de palmiers marins, térébratules et elemnites tantôt changées en marbres et tantôt devenues siliceuses. Dans le même carbonate

calcaire, on a rencontré avec la galène, le caoutchuc ou gomme élastique fossile. Combien de différentes solutions et précipitations ne faudrait-il pas imaginer pour expliquer de quelque manière la disposition de tant de diverses substances? Ajoutons que dans la mine de Bleyberg, en Carinthie, 14 filons alternent avec tout autant de couches de pierre calcaire coquillière.

§ 430. L'embarras s'accroîtra encore bien davantage, si l'on veut rendre raison de cette disposition régulière des diverses substances qu'on observe dans les filons métalliques. Dans une veine qui contient, par exemple, du quartz, du spath fluors et calcaire et du plomb, on est presque assuré de trouver un enduit de quartz appliqué immédiatement aux parois de la mine, et qui suit exactement les irrégularités de la superficie de ces parois : puis et successivement une enveloppe de fluors, du spath calcaire, et enfin le minérai de plomb dans le centre du filon. De l'autre côté, on voit régner le même ordre dans la disposition des substances. Il est nécessaire de remarquer que ces enduits n'affectent point la forme plane, mais que leurs surfaces présentent des inégalités déterminées par celles des parois, c'est-à-dire, de la roche qui forme les côtés de la veine : de plus ils sont non horizontaux, mais parallèles aux murs toujours verticaux ou inclinés. Il semble donc que cette

revêtemens ont été produits par une force différente de celle par laquelle s'opèrent les dépositions aqueuses dont le principal caractère est la position horizontale ou presque horizontale. Dans la mine du Derbyshire dont nous avons déjà parlé, la galène ne se trouve que dans la pierre calcaire; les filons de l'amygdaloïde en sont constamment privés, et il serait bien difficile d'expliquer comment il s'est fait que la solution métallique ne se soit insinuée que dans les fentes de la pierre calcaire, ou qu'il n'ait existé des fentes que dans cette espèce de pierre.

§ 431. Plein de respect pour un auteur aussi célèbre que M.r Werner, qui a rendu à la minéralogie les services les plus signalés, et qui a établi les véritables principes de la géologie, j'ai lu plusieurs fois sa *Théorie de la formation des filons*, mais j'y ai toujours trouvé de l'obscurité, pour ne pas dire de la contradiction dans ses idées, destin inévitable de toutes les hypothèses fondées sur le seul principe des dissolutions et des précipitations aqueuses. Comme ce sont non les noms, mais bien les raisons qui doivent diriger les opinions, j'ai cru pouvoir me permettre de proposer les doutes qui m'empêchent d'adopter la théorie Wernérienne que je viens d'analyser. J'ajouterai qu'imaginer qu'on puisse attribuer l'origine des filons à des fentes postérieurement remplies par des dissolutions et des

précipitations métalliques, me paroît une opinion sujette à des difficultés insurmontables. Quelques filons sont horizontaux ou presque horizontaux : comment concevoir que les deux parties de la montagne soient restées séparées jusqu'à ce que la matière du filon est venue remplir l'intervalle ? Les 14 filons de la mine de Bleiberg dont nous avons parlé ci-dessus, forment une masse dont la position est horizontale : devons-nous penser que ces filons d'abord verticaux, sont dans la suite devenus horizontaux par l'effèt de quelque renversement de la montagne? Mais relativement aux montagnes qui présentent des couches et des filons dont la prolongation régulière occupe une étendue assez considérable, peut-on admettre une si grande catastrophe qui aurait sans doute dû laisser beaucoup de traces des bouleversemens qu'elle aurait occasionnés. Nous avons tant dans les Alpes que dans les Pyrénées, quelques exemples de montagnes qui se sont écroulées, mais ces montagnes présentent partout l'image du désordre et de la confusion. En outre comment appliquer le mode de formation imaginé par M.r Werner, à ces filons qui s'entrecoupent et se croisent en divers sens, phénomène qui se répète quelquefois dans une même montagne, ou à ces mines dites par nids ou par amas, dans lesquelles le minérai est environné de toutes parts par la roche qui le renferme. M.r Ébel, bien que

artisan de beaucoup de principes posés par les Wernériens, a cependant observé que le mode le gisement des substances métalliques dans les oches des Alpes exclud l'idée qu'elles soient un remplissage des crevasses, et par conséquent ostérieures à la formation de ces roches, ce qui a été vérifié par M.r Brocchi, relativement à la mine de plomb de Viconago, près de Valgana, contrée qui entre dans le système des Alpes (Voy. *Journal de la Société d'Encouragement de Milan*, tom. 8, n.° 1). Lorsque je fus visiter ette mine, je recueillis quelques échantillons ans lesquels on voit évidemment que la formation du minérai est contemporaine de celle de roche. Dans quelques-uns de ces échantillons, s veines métalliques ont à peine une ou deux gnes d'épaisseur, et s'insinuent en serpentant ns l'intérieur de la roche; tantôt elles se réussent et forment une veine plus grosse, tantôt les se subdivisent en nombreux filamens; d'autres is elles se dispersent irrégulièrement en petites asses isolées et que la roche environne. Maintenant qu'il me soit permis de proposer quelques onjectures sur cet objet, et d'exposer la manière ont il me semble qu'on peut concevoir la formation des substances métalliques qui existent ans les roches sous la forme de bancs, de filons u de masses.

CHAPITRE LXXIV.

Conjectures sur la formation des dépôts métalliques.

§ 432. Dans le chapitre LVII, § 348, j'ai proposé le principe qu'une masse composée d'élémens différens, peut se trouver dans des circonstances telles, qu'il s'y forme quelques centres d'attraction, de sorte que les élémens homogènes en vertu des affinités électives, s'unissent entr'eux en se séparant des autres qui y étaient interposés. Ces circonstances auront lieu toutes les fois que la masse non encore consolidée, sera dans l'état fluide ou pâteux ; et elles pourront se renouveler lorsque la force de cohésion du composé aura été détruite ou du moins affoiblie par l'action du feu ou de l'eau, et que les pores de la masse se seront dilatés de manière que le mouvement produit par les attractions analogues ne soit point empêché. Dans la *Topographie physique de la Campanie* que je fis imprimer à Florence en 1798, je proposai ce principe par lequel il me semblait que l'on pouvait aisément expliquer quelques phénomènes qu'on attribue à l'infiltration, opération très-difficile à concevoir dans beaucoup de cas où l'on a coutume d'y avoir recours

insistai de nouveau sur ce même principe dans
ı autre ouvrage imprimé à Paris en 1801, et de
ıis quelques auteurs ont commencé à l'introduire
ıns la géologie: d'autres l'ont aussi aperçu,
ıais prévenus pour le système des dissolutions
des précipitations aqueuses, ou trop attachés
l'hypothèse de l'infiltration, ils ont négligé de
donner le développement dont il est suscep-
ıle, et de l'appliquer à l'explication des phé-
ımènes auxquels il peut convenir.

§ 433. La-Métherie dans la *Théorie de la terre*,
m. 4, pag. 95, a reconnu que l'on pouvait
ablir comme une vérité générale, néanmoins
jette à quelque exception, que les matrices
ı gangues qui renferment des pierres particu-
ıres ou des substances métalliques, sont toutes
ıs ou moins imprégnées de la matière de ces
bstances dont une partie n'a pas pu se séparer
la gangue, tandis que l'autre partie s'en est
parée, et s'est cristallisée à part d'une manière
ıtôt régulière et tantôt confuse. A la page 116,
revient au même principe, et il considère les
ons tant métalliques que pierreux, comme pro-
ıits par une cristallisation contemporaine de
formation des montagnes dans lesquelles ils
trouvent. Il pense que les matières métalliques
t pierreuses ainsi que les terres qui forment les
lbandes des filons et leurs lisières, étaient mêlées
vec les élémens dont se compose la masse du

globe, et que s'en étant séparées, elles se sont depuis unies entr'elles par une affinité d'élection. La-Métherie a donc admis le principe que j'ai posé, et en a fait une application très-heureuse à la formation des dépôts métalliques. Le savant Gautieri a encore adopté le même principe, mais il me paroît qu'il en a exagéré les conséquences. Voici comme il s'explique à la pag. 28 de son *Mémoire sur Grantola et Cunardo*: « Les filons » sont souvent remplis de matière qui ne s'est » pas précipitée ou déposée de haut en bas, » mais qui a su par elle-même et en vertu de la » force d'attraction et d'affinité, se sentir, se » choisir, s'approcher et s'unir. Il n'y a que » l'ignorant, qui, parce qu'il ne voit pas les » montagnes se mouvoir, les croit continuellement » et entièrement inertes: mais il est certain que » le mouvement réside en elles (Trébra le dit): » il s'y fait des sécrétions et des excrétions; et » comme dans les corps organiques, ce sont » de perpétuelles destructions et reproductions. » Je ne nie pas que dans l'intérieur des montagnes, quelques nouveaux composés ne puissent être journellement produits par l'action ou des eaux qui y circulent, ou des principes qui se séparent dans la décomposition de quelque substance, comme, par exemple, des pyrites: mais que dans la masse des montagnes déjà consolidées, il y ait un mouvement intestin des parties tel que celles-ci

puissent obéir à l'impulsion de leurs affinités, partir des points où elles sont, et s'unir dans d'autres, c'est ce qui me semble un phénomène qui, s'il n'est pas impossible, est du moins bien difficile à concevoir. Je crois cependant qu'un pareil phénomène peut avoir lieu ou lorsque le composé n'est pas encore consolidé, ou lorsque la cohésion de ses parties est diminuée par quelque circonstance particulière. Jameson a encore écrit qu'il penche à croire que la formation de beaucoup de crevasses qu'on suppose avoir été remplies de haut en bas, est contemporaine des roches qui les contiennent, et que dans la majeure partie des cas, les substances contenues dans ces crevasses, ont été produites par une simple cristallisation spontanée de la matière de la veine dans une direction perpendiculaire à celle des couches, en sorte qu'il n'y a réellement eu ni fentes antérieures, ni remplissage de ces fentes. Enfin Patrin a aussi admis le principe dont il s'agit ici, quoiqu'il ne l'ait pas appliqué, comme il l'aurait pu faire, aux dépôts métalliques. Dans l'*Histoire naturelle des minéraux*, tom. 2, pag. 266, en parlant d'un jaspe œillé de Sibérie qui contient de petits globules différens de la masse, « il me paroît » probable, dit-il, que dans le principe les deux » matières étaient confondues : c'est par le jeu » des affinités qu'elles se sont séparées, et par

» un procédé de la nature analogue à celui de
» la cristallisation. »

§ 434. Si l'on désire de voir ce principe confirmé par quelque observation directe, je rapporterai la notice de celle qui m'a été communiquée par un physicien aussi exact que M.r Brocchi. La pyrite de cuivre d'Agordo rend en masse de 4 à 5 pour cent. Extraite de la mine, on la réduit en morceaux à peu près de la grosseur du poing, que l'on rassemble en tas pour les faire griller, et en séparer ainsi la plus grande partie du soufre, dont une portion se volatilise sous la forme de gaz acide sulfureux, tandis que l'autre se ramasse sur la superficie du tas. Le grillage dure trois ou quatre mois, après lesquels les morceaux se sont convertis en une masse noirâtre, crevassée et poreuse; mais la partie centrale est entièrement pyriteuse, et conserve la couleur naturelle de la pyrite ou bien une teinte bleuâtre. Ce qu'il y a de singulier, c'est que la pyrite en masse ne rend ordinairement, comme nous l'avons dit, que quatre ou cinq pour cent, tandis que le noyau après la torréfaction, fournit un produit de plus des deux tiers: la croûte au contraire a beaucoup perdu ainsi que M.r Brocchi s'en est directement assuré par des essais métallurgiques. Il semble donc que les molécules de cuivre, pendant la torréfaction, ont successivement abandonné la

superficie, et se sont rassemblées vers le centre : cela est si vrai qu'en rompant des morceaux soumis à cette opération, on découvre souvent dans le milieu quelques filets ou quelques petites lames de cuivre métallique. Il faut observer que la chaleur de la torréfaction est très-lente et modérée, et qu'elle n'est jamais élevée au degré de fusion, les ouvriers étant très-attentifs à prévenir un pareil accident; autrement le minérai en acquérant un principe de vitrification, deviendrait beaucoup plus réfractaire au fourneau. On lave les croûtes des morceaux torréfiés pour en obtenir le vitriol de cuivre que l'on décompose ensuite au moyen du fer, en en retirant le cuivre de cémentation. On ne met dans le fourneau que le noyau qui, enrichi par le procédé que nous avons décrit, peut être fondu avec avantage, ce qu'on ne saurait obtenir en se servant de la pyrite crue qui, bien qu'en grande masse, contient une petite quantité de cuivre. Il est donc vrai de dire que lorsque la masse pyritique vient à se dilater par l'effet de la chaleur, les particules du cuivre acquièrent un certain degré de liberté qui fait qu'en cédant à l'impulsion de leurs affinités, elles peuvent se rapprocher et s'unir vers le centre. Ce phénomène qui s'opère journellement dans les travaux de la mine d'Agordo, suffit sans doute pour confirmer le principe que j'ai annoncé, et dont il ne reste qu'à faire l'application.

§ 435. Passons donc aux dépôts métalliques, en commençant par ceux qu'on trouve dans les montagnes des roches primitives. Concevons que la matière de ces roches, lorsqu'elle participait encore de la fluidité ignée, contenait des substances métalliques auxquelles cet état de fluidité était commun. Celles-ci animées par leurs affinités réciproques, auront eu une tendance à s'unir entr'elles et à se séparer du reste de la masse dont les parties différaient beaucoup par leur nature, par leur gravité spécifique et par tous les caractères physiques et chimiques. Souvent cette séparation aura été imparfaite, et alors des parties métalliques seront restées dans les parties voisines de la roche. Lorsque la roche s'est consolidée par le refroidissement, les substances métalliques se sont trouvées séparées d'elle, mais enveloppées et renfermées dans sa masse où elles se sont aussi consolidées. Si la chaleur s'est conservée plus long-temps dans quelques points de la roche, la partie de la matière métallique qui y était contenue, se sera aussi consolidée, mais plus tard, et elle aura pu faire quelque impression sur une autre partie déjà refroidie, quoique non encore entièrement consolidée : ainsi l'on pourra voir des filons qui se croisent, et qui paroîtront s'être formés à des époques différentes, et avoir été détournés l'un par l'autre, de leur direction originaire. Si renonçant à toute prévention, on

veut essayer d'appliquer cette idée aux phénomènes que présentent les substances métalliques par leur mode de gisement dans les roches primitives, je me flatte qu'on obtiendra des explications moins forcées, et qu'on évitera les difficultés auxquelles sont sujettes les autres opinions. J'observerai en outre que quelques substances métalliques se trouvent souvent dans leur état natif, tel sont l'or, l'argent et le cuivre. Il y a encore quelques exemples de fer natif. Maintenant il est très-difficile qu'un métal malléable et ductile résulte de la précipitation d'un menstrue : d'un autre côté, il peut être produit dans un moment par le moyen de la chaleur. Enfin il importe de faire remarquer que les métaux se présentent communément sous la forme d'une substance minéralisée par le soufre ; mais cette union des métaux avec le soufre si facilement produite par la chaleur, ne s'opérera que très-difficilement par le moyen de la solution dans un menstrue, et n'aura même jamais lieu, si ce menstrue n'est formé que d'eau pure. Au § 406, nous avons parlé du soufre renfermé dans les roches primordiales, et par conséquent appartenant à la période des formations primitives.

§ 436. Quant aux filons ou amas métalliques qui ont leur gisement dans les terrains postérieurs à la formation primitive, il me paroît qu'on peut concevoir leur origine d'une manière

analogue à celle que nous avons précédemment indiquée, c'est-à-dire, que les combinaisons du refroidissement et des autres causes qui ont déterminé la distribution des matières pendant la consolidation de la masse terrestre, transportèrent dans quelques parties de la superficie les agrégats métalliques : ceux-ci dissous dans les eaux de la mer primitive, et mêlés avec les terres, furent pareillement soumis à l'action du mouvement des eaux, de la chaleur et des agens chimiques ; alors il se forma des boues hétérogènes composées de substances terreuses et métalliques. Ces boues étant encore fluides, leurs différentes parties se rapprochèrent selon leur homogénéité et selon l'impulsion de leurs forces attractives ; les métaux se séparèrent des terres, et les agens chimiques se combinèrent avec les substances auxquelles ils avaient le plus d'affinité. La fréquence de la galène unie à la chaux carbonatée et fluatée démontre l'affinité qu'il y a entre le minérai de plomb et le carbonate ou fluate de chaux. Il ne faut donc pas être surpris si, lorsque le grand dépôt de galène du Derbyshire se forma (Voy. § 429), la substance métallique resta confinée dans la pierre calcaire, et se sépara de cette autre substance pierreuse dans laquelle prédominaient l'argile et la silice, et qui par conséquent avait une moindre affinité avec le plomb. Que si ensuite l'on considère les mines d'alluvion

ou de transport, je crois qu'on peut rapporter l'origine de ces mines aux substances métalliques qui, au lieu de se consolider en masses concrètes, de l'une des deux manières que nous venons de l'expliquer, ont reçu par l'effet de quelque combinaison, une forme granulaire ou pulvérulente. Si l'on verse un métal fondu sur un terrain mouillé, la force explosive de l'eau transformée en vapeur, divise ce métal en très-petites parcelles qui sont lancées dans toute sorte de directions, accident qui arrive quelquefois dans les grandes fusions métalliques et qui peut avoir de funestes conséquences. Il est probable que ce phénomène a eu lieu toutes les fois que les substances métalliques se sont consolidées à des époques où les émanations des gaz étaient fréquentes. On dira peut-être pourquoi ce même phénomène ne se fait remarquer que dans l'or et dans la platine, tandis que les autres métaux qui sont en si grande abondance dans le globe, n'offrent rien de pareil ? Je réponds que la même chose a pu arriver par rapport à ces autres métaux qui n'ont pourtant pas conservé la forme granulaire, parce qu'étant très-susceptibles d'oxidation, ils sont passés à l'état d'oxides, et se sont mêlés avec les terres. Peut-être est-ce là l'origine de ces oxides métalliques que les analyses chimiques ont fait découvrir dans beaucoup de substances pierreuses. J'ajouterai que les autres métaux

sont ordinairement combinés avec d'autres principes, ce qui doit les rendre beaucoup plus sujets à se décomposer. L'or est souvent allié avec quelqu'autre substance, mais il n'est jamais minéralisé; il est toujours natif: on peut le triturer, mais ce serait en vain qu'on voudrait le décomposer; l'air et l'eau ne suffisent pas pour l'oxider; ils n'exercent aucune action sur ce métal. Il y a beaucoup d'exemples de ces antiques monnoies d'or trouvées dans les excavations les plus superficielles de la terre, qui, bien que très-minces, ne présentent pas la moindre altération de couleur, malgré que pendant un long cours de siècles, elles aient été exposées à l'action des causes décomposantes.

§ 437. Par ce que nous avons dit ci-dessus, nous n'entendons point contester que dans une roche déjà consolidée, il n'ait pu se former des fentes et des crevasses qui aient été postérieurement remplies ou par des stalactites, ou par des matières de transport qui après avoir subi une compression et une cémentation convenables, auront acquis un certain degré de dureté qui les faira ressembler à la pierre. Telle a été sans doute l'origine de ces filons qui, quoique encaissés dans des roches primitives, contiennent néanmoins des fragmens de corps organiques. Mais ces mêmes filons composés de matières de transport, ne pourront jamais être confondus avec

es véritables dépôts métalliques dont tous les aractères annoncent que leur consolidation est ontemporaine de celle de la roche qui les renerme. Observons encore que si une montagne jui contient des filons métalliques, éprouve quelque :onvulsion extraordinaire, il s'y formera aisément les crevasses, mais plutôt dans les filons que lans les autres parties de la roche, vu qu'il :xiste bien moins de cohérence entre les subsances hétérogènes : et alors ces crevasses pour:ont être postérieurement remplies par d'autres ubstances d'une nature différente. C'est à cette :ause qu'on doit attribuer l'origine de plusieurs ubstances qu'on trouve parfois dans quelques filons, comme les fragmens des roches étrangères aux filons, les brèches formées par la réunion de ces fragmens, et celles composées de fragmens des substances du filon même, les galets ou fragmens roulés, et les poudingues ou agrégats formés par les galets.

§ 438. M.r Faujas penche à croire que les métaux sont produits par la force végétative, et peut-être même par l'animalité. Ses réflexions ur le fer sont très-judicieuses et appuyées de 'autorité de Buffon et de Fourcroy (Voy. Faujas, *Essais de géologie*, tom. 2, pag. 343). Il est :ertain que des produits de l'organisation aninale et végétale, on retire souvent des substances nétalliques, et particulièrement du fer ; mais

comme ces substances sont susceptibles d'une grande atténuation, et parviennent même à se volatiliser, il sera toujours douteux si elles sont des matières préparées par les corps organiques et produites par eux, ou si elles ont été retirées des fluides qui circulent dans des corps, ou absorbées de quelqu'autre manière. Sans entrer dans une question de cette nature, il me semble que si les naturalistes admettent des roches primitives dont la formation a précédé celle de tout corps organique, on doit aussi admettre des métaux de formation primitive, tels que ceux qu'on trouve renfermés dans les roches primordiales. Que si l'on veut ensuite savoir comment la nature a pu produire ces métaux, nous dirons qu'il y a lieu à la même recherche pour ce qui regarde les terres siliceuse, calcaire, argileuse, etc.; et alors il faudra remonter à la première origine des choses, ce qui sans doute surpasse les forces de notre entendement. La chimie a fait un grand pas en découvrant l'affinité qu'il y a entre les métaux et l'oxigène, et un plus grand pas encore lorsqu'elle a reconnu que quelques substances considérées comme des terres, sont des métaux oxigènes. Si cette seconde découverte pouvait s'étendre à toutes les terres, la majeure partie de notre globe ne serait qu'un composé de métaux plus ou moins combinés avec l'oxigène. Je ne nie point que l'organisation animale et végétale ne puisse

former une infinité de nouvelles combinaisons, et donner encore naissance à de nouveaux produits; mais quand on réfléchit que les êtres organiques embellissent seulement la surface de notre planète, il semble bien difficile qu'ils puissent avoir contribué ou qu'ils contribuent à accroître d'une manière sensible la masse de la matière et le nombre des substances qui composent le globe: et je regarde comme bien plus probable que l'organisation soit plutôt un moyen de circulation accompagnée de quelques modifications d'une petite quantité de la matière terrestre. Les substances gazeuses ou fluides pourront bien par les procédés de l'organisation, se transformer en corps solides; mais ceux-ci dans la décomposition des êtres organiques, resteront sur la superficie de la terre, et je ne vois pas de raison qui puisse porter a croire que l'organisation animale ou végétale ait influé sur la formation des roches terreuses ou métalliques.

CHAPITRE LXXV.

Application du principe proposé dans le chapitre précédent, à la formation de quelques produits lithologiques.

§ 439. Tous les amateurs de minéralogie connoissent ces géodes d'agate qu'on appelle *ventres gemmés*, et qui sont un des ornemens des cabinets de luxe. Dans ces boules, l'agate forme plusieurs couches concentriques, ordinairement de couleurs différentes; et dans l'intérieur, il reste souvent un vide aux parois duquel sont attachées les bases de quelques pyramides hexaèdres de cristaux quartzeux. Il y a encore des géodes dans l'intérieur desquelles, outre les cristaux de quartz, on en voit aussi de carbonate calcaire ou de toute autre substance terreuse, et même de matières métalliques. Patrin (*Histoire naturelle des minéraux*, tom. 2, pag. 160) parle de quelques géodes de calcédoine qu'il trouva en Sibérie, dans une colline volcanique. Les parois intérieures de ces géodes sont couvertes de cristaux quartzeux, surmontés de cristaux de spath calcaire, et l'espace qui reste vide entre les cristallisations spathiques, est rempli de malthe ou poix minérale très-noire et solide. Le terrain

§ 441. Enfin le marbre statuaire de Carrara contient beaucoup de parties siliceuses disséminées dans le carbonate calcaire qui en forme le principal ingrédient. Il est facile de rendre visibles ces parties siliceuses en mettant un fragment de ce marbre dans quelque acide affoibli; car après un certain temps, on aperçoit à la superficie quelques lignes quartzeuses que la corrosion des parties calcaires circonvoisines fait ressortir. Lorsque le marbre s'est consolidé, si les parties siliceuses ont pu s'unir dans un espace libre, elles auront formé des cristaux réguliers. En effet, on observe dans quelques échantillons, que les cristaux quartzeux sont tellement attachés aux parois des fentes, qu'on dirait qu'ils ont transsudé à travers le marbre; et qu'il semble au premier coup d'œil, que la matière calcaire se transforme en la substance siliceuse du quartz.

§ 442. Dolomieu s'est particulièrement occupé de ce phénomène (Voy. *Journal des mines*, n.° 22). Après avoir déduit plusieurs raisons à fin de prouver que pour que la terre siliceuse se cristallise, il suffit qu'elle soit très-atténuée, et qu'elle reste quelque temps suspendue dans l'eau, il ajoute que, comme pour donner la théorie de la formation des cristaux de roche, il n'a pas besoin de l'action intermédiaire d'un dissolvant, il peut aisément expliquer pourquoi l'on trouve des cristaux quartzeux dans les cavités du marbre de

Carrara. C'est ainsi qu'il croit éviter la difficulté si embarrassante pour la majeure partie des naturalistes, difficulté qui consiste à pouvoir imaginer quel est le dissolvant qui s'est emparé des molécules quartzeuses plutôt que des molécules calcaires dont la masse est presque entièrement composée. Il lui semble qu'il suffit à son explication, qu'il y ait des molécules quartzeuses disséminées dans la masse calcaire, et que ces molécules ne soient pas trop entrelacées dans les lames du marbre statuaire qui s'entrecroisent. En outre, il croit probable que dans les cavités des masses calcaires consolidées par une agrégation confuse, comme sont la plupart des marbres primitifs, les cristaux de quartz qui se forment par infiltration, sont plus fréquens que les cristaux de spath calcaire, parce que la simple cohésion de deux substances qui n'ont point entr'elles de tendance à la composition chimique, n'a pas la même force que l'agrégation des molécules similaires. Il suit de là que les eaux qui circulent par l'infiltration, trouvent bien moins de difficulté à tirer de leur position les parties siliceuses foiblement mêlées avec les parties calcaires, que celles-ci qui sont fortement unies par une agrégation de parties similaires.

§ 443. Les faits démontrent cependant combien le raisonnement de Dolomieu est équivoque, puisque dans les vides du marbre de Carrara,

les cristallisations de spath calcaire sont beaucoup plus multipliées que celles de la terre siliceuse. Ce n'est pas tout ; comment concevoir des infiltrations dans des endroits parfaitement fermés ? L'eau dans l'état d'humidité, pourra bien pénétrer dans l'intérieur d'une masse de pierre dure et compacte ; mais c'est ce qu'elle ne saurait faire dans son état de fluidité : et bien moins encore pourra-t-elle transporter dans cette masse, des terres en quantité suffisante pour y former des cristallisations. Que si le fluide avait pénétré dans cette même masse par le moyen de quelque fente pour si étroite qu'on la suppose, on devrait en rétrouver quelque trace ; et il me semble bien difficile de concevoir comment un fluide a pu parvenir jusqu'à une cavité, traversant une masse compacte d'une centaine de pieds, et transportant avec lui des matières terreuses, sans laisser aucun vestige de son passage. Ainsi lorsque dans la cavité d'une montagne, on trouve un roc d'albâtre qui s'y est formé, on découvre toujours le canal par lequel s'est infiltrée l'eau qui a transporté et déposé la terre calcaire. Si ces cristallisations quartzeuses provenaient de la terre siliceuse que les eaux en circulant dans la masse du marbre, ont séparée des parties calcaires auxquelles elle était unie, il devrait y avoir des indices de ces érosions ; tandis que si l'on excepte les vides dans lesquels sont les cristaux ou spathiques ou

quartzeux, la texture du marbre est partout compacte et unie. Enfin dans les cavités du marbre de Carrara où l'on trouve les cristaux quartzeux, il y a souvent encore des cristallisations spathiques, et alors celles-ci sont ordinairement situées au-dessous des premières. Si nous voulons attribuer le quartz à l'infiltration, nous devons considérer les spaths comme l'effet de la même cause; et attendu que dans le même marbre, on trouve assez souvent des pyrites et du soufre, nous devons encore supposer que les eaux chargées tantôt de matière calcaire, tantôt de matière siliceuse, et tantôt de sulfures de fer ou encore de soufre, se sont infiltrées dans les cavités du marbre, et y ont déposé d'abord la terre calcaire et ensuite la terre siliceuse, tandis que, vu la moindre solubilité de cette seconde, le contraire aurait dû arriver.

§ 444. Le marbre de Carrara n'est pas le seul carbonate calcaire qui présente des cristaux quartzeux. Dans la pierre calcaire colorée en noir par le pétrole, de Quebec, en Amérique, il y a des vides dans lesquels on observe des cristaux quartzeux fort transparens, entremêlés parmi des spaths calcaires de couleur cendrée; et l'intérieur des géodes calcaires-argileuses de Grenoble est encore orné de cristaux de quartz, pendant qu'à leur superficie, on n'aperçoit aucune trace d'infiltration. Dans le filon de marbre primitif de

évola, à la base méridionale du Simplon, j'ai
ssi observé plusieurs parties et de petites masses
artzeuses disséminées dans la pâte du marbre,
qui, faute d'un espace convenable, n'ont
int formé de cristallisations régulières.

Je pourrais rapporter ici beaucoup d'autres
emples de produits fossiles dont il est facile
expliquer l'origine par le principe que j'ai posé;
is je ne m'étendrai pas davantage sur cet objet,
rce que j'aurai occasion de l'examiner de nou-
au lorsque je traiterai des cristallisations ren-
mées dans les laves. L'infiltration qui a été
ncipalement propagée par Dolomieu, est la
f dont la majeure partie des naturalistes se
vent pour expliquer les phénomènes dont j'ai
rlé et autres pareils; mais un examen réfléchi
s circonstances fait voir la fausseté de ces ex-
cations qui ont pour base un principe non-
ılement hypothétique, mais dont il n'est même
s possible de faire l'application dans beaucoup
cas. Le principe que j'ai posé est au contraire
ıdé sur l'attraction des molécules similaires,
ncipe qu'aucun physicien ne peut révoquer
doute. Il est certain que l'attraction modifiée
r les circonstances, a exercé une très-grande
luence dans la consolidation de notre globe
dans la distribution de diverses matières. La
ture est toujours la même, et la force qui
t tomber à terre une pomme détachée de

l'arbre, ou qui dispose autour d'un point parties infiniment petites d'une goutte d'eau, encore la même qui soutient et fait tourner corps célestes dans l'immensité de l'espace. géologie se perfectionnera chaque jour davan à mesure qu'on s'accoutumera à faire l'applica de ces causes dont tous les phénomènes physiq chimiques et astronomiques démontrent l'influe

FIN DU V.e LIVRE.

LIVRE VI.

DES CORPS ORGANIQUES FOSSILES.

CHAPITRE LXXVI.

Testacés, crustacés, cétacés.

§ 445. On peut dire que le phénomène qui a excité la curiosité de l'homme, fait naître en lui le désir de s'appliquer à l'étude de la géologie, et appelé toute son attention dans l'examen de la structure de la terre, sa seule habitation, a été celui des corps organiques fossiles tant terrestres que marins, qu'on trouve dans beaucoup de parties du globe et dans les couches soit superficielles, soit internes. Nous allons donner un courte notice de ces fossiles, en commençant par ceux de la mer qui paroissent avoir été les premiers habitans de notre planète; ensuite nous fairons connoître les circonstances qui accompagnent ce phénomène; et enfin nous proposerons quelques conjectures, à l'aide desquelles, il nous semble qu'on pourra expliquer les faits de la manière la plus naturelle

et la plus satisfaisante. Si l'on doit juger de l'ancienneté des espèces animales, par l'ancienneté des pierres dans lesquelles on trouve les empreintes de ces espèces, il y a lieu de croire que les mollusques, les zoophytes, quelques crustacés et testacés ont été les premiers corps organiques animés, et que l'homme a été le dernier à paroître sur le globe. C'est dans les roches de transition ou intermédiaires entre les primitives et les secondaires, que commencent à se montrer les empreintes de l'organisation animale (Voy. § 313), et ces empreintes se rapportent entièrement aux animaux que nous venons de nommer.

§ 446. Dès les temps d'Hérodote, le père de l'histoire, on avait observé cette quantité de coquilles éparses dans quelques parties du globe. Plus les observations et les voyages se sont multipliés et étendus, plus on a vu s'accroître le nombre des lieux où il existe des traces de l'ancien séjour de la mer; en sorte qu'on aurait bien de la peine à décider s'il y a une plus grande quantité de ces êtres organiques dans la mer, que dans quelques parties de la terre. Il paroît démontré qu'on trouve les dépouilles des corps marins dans presque tous les pays de l'ancien et du nouveau continent, où les observateurs ont été conduits soit par le hasard, soit par l'esprit de recherche. Quelques parties de l'Italie en sont abondamment pourvues : en France, les amas

de coquilles de la Turène et de Grignon sont très-renommés. Le premier de ces amas dit *falun*, occupe une étendue de neuf lieues carrées de surface, et a une profondeur moyenne de 18 pieds, de manière qu'en donnant à la lieue 2283 toises, on aura un solide de 1,266,537,627 toises cubiques, entièrement formé de coquilles fossiles. Ensuite ces coquilles sont en si grande quantité à Grignon, que jusqu'à présent on y a compté plus de six cents espèces différentes.

§ 447. Parmi les coquilles fossiles, les *ammonites*, les *belemnites* et les *discolites* de Fortis ou *camerines* de Bruguière, appelées encore *numismales* et *lenticulaires*, méritent une mention particulière. Les empreintes des ammonites sont très-fréquentes, et l'on en trouve à milliers dans plusieurs parties du globe, souvent isolées dans les terrains marno-calcaires, et d'autres fois dans la pierre calcaire compacte. Le schiste calcaire noirâtre de Moltrasio, sur le lac de Côme, en présente une quantité fort considérable, de grandeurs très-différentes. Dans cette carrière, j'ai trouvé des ammonites qui avaient depuis un demi-pouce jusqu'à 13 et 14 pouces de diamètre: malgré cette différence très-remarquable de grandeur, leur configuration était semblable, du moins autant qu'on en pouvait juger par les impressions. Les ammonites microscopiques abondent dans quelques sables et pierres calcaires grossières.

Soldani d'une seule demi-once ou de 288 grains d'une pierre qu'on trouve en Toscane, dans les collines de Casciana et de Perlascio, retira 10,224 nautiles et 230 ammonites, qui formaient en totalité le poids de 181 grains; le reste pesant 107 grains était composé de fragmens de coquilles, de pointes d'oursins et d'une matière calcaire spathique. Jusqu'à ce jour, on a distingué deux cents espèces fossiles d'ammonites de toutes les grandeurs possibles, depuis la dimension d'une grande roue de carosse jusqu'à celle d'une lentille très-petite et microscopique. On a trouvé quelques ammonites fossiles dans leur forme testacée, et avec leur coquille entière, sans aucune concrétion pierreuse dans l'intérieur : sur ces types, quoique rares, Bruguière a déterminé les caractères génériques (1) de ce corps marin, qui est regardé comme une des coquilles pélagiennes, c'est-à-dire, de ces coquilles qui n'ont vecu que dans l'ancienne mer, et dont les espèces paroissent avoir été détruites. Cependant plusieurs naturalistes prétendent que la coquille très-rare des mers de la Chine, appelée le grand nautile en spirale de Favann, est le type vivant d'une espèce d'ammonites.

(1) Ces caractères sont: coquille univalve en spirale discoïde, à tours contigus et tous apparens, à parois internes articulées par des sutures sinueuses; elle a des cloisons transverses, lobées ou découpées dans leur contour, et percées par un tube marginal

§ 448. Les *orthocératites* moins fréquentes que es ammonites, sont encore des coquilles multi-oculaires non en spirale, mais en ligne droite. 'lusieurs naturalistes pensent que les orthocératites ont caractéristiques de la pierre calcaire noire ppartenant aux formations de transition, et u'elles sont propres de cette seule roche: mais a pierre calcaire grise de la montagne de Vico, ntre Naples et Sorrento, semblable à la pierre alcaire commune de l'Apennin, contient beau-:oup d'empreintes de cette espèce de coquillage Voy. la note du § 255). Aux orthocératites, on apporte les *belemnites*, coquilles multiloculaires lroites, en cône allongé. Quelques-uns ont sou-enu que les belemnites sont les pointes fossiles les oursins; d'autres ont pensé qu'elles sont les etits ossemens appartenant à quelque genre de nolusques, précisément comme les os des sèches. l semble néanmoins plus probable que les be-emnites ont été de véritables coquilles, qui em-rassaient avec leur dernière chambre, une partie lu corps de l'animal qui y était attaché ou par n filet tendineux, ou de toute autre manière. Targioni a soutenu l'opinion que les belemnites ont des coquilles multiloculaires, et il affirme u'il a vu dans le Muséum de Florence, un estacé marin entièrement semblable aux belem-iites, de demi-pouce de longueur et de deux ignes de diamètre dans sa plus grande grosseur,

dont la coque était très-mince, blanche, transparente, et qui étant cassée par un côté, laissait voir sa structure interne, à cloisons divisées par diaphragmes; elle était fixée sur une concrétion pierreuse marine dont on ne put la détacher sans la briser en petits fragmens. Les fossiles connus sous les noms de *numismales*, *lenticulaires*, *camerines* de Bruguière, *discolites* de Fortis ressemblent à une lentille (1). Leur extérieur n'offre aucune apparence d'organisation; mais en partageant la coquille par le milieu, dans une direction parallèle aux deux grandes surfaces, on voit dans l'intérieur, une spirale qui tourne sur un plan horizontal, et qui termine sur le tranchant de la lentille. On ne connoît pas le type vivant de cette coquille; mais parmi les fragmens de la *corallina officinalis* qu'on fait venir de l'île de Corse pour l'usage de la médecine, M.r Faujas a trouvé de véritables camerines. On place communément les camerines près des nautiles et des spirules, avec lesquels elles paroissent avoir le plus de rapport. Nous aurons occasion de parler encore des testacés fossiles, et alors nous ferons

(1) Les pyramides d'Égypte sont construites d'une pierre calcaire qui n'est qu'une agrégation très-compacte de camerines. Je possède un morceau de cette pierre qui a été apporté d'Égypte par M.r Rüppel, jeune naturaliste de Francfort, et dont la surface a pris une belle couleur rouge foncée, pendant que la fracture interne présente une couleur grisâtre.

voir que beaucoup de ces coquillages appartiennent à des espèces, et même à des genres qui jusqu'à présent n'ont pas été trouvés vivans dans la mer.

§ 449. Outre les coquilles marines, nous rencontrons dans les couches terrestres, 1.° les *échinites* qui associés avec les ammonites et les belemnites, sont fréquens spécialement dans les terrains secondaires. Leurs pointes se trouvent en plus grande abondance, parce qu'étant beaucoup plus dures, elles se sont conservées dans la terre ou dans l'intérieur des pierres, pendant que la coque de l'animal s'est souvent détruite à cause de sa fragilité. Ces pétrifications se réfèrent d'ordinaire à des espèces inconnues, et il n'est pas rare qu'elles soient siliceuses. J'ai vu de beaux exemplaires de ces dernières, dans la contrée située entre Pourlain et Toussy, près d'Auxerre, en France; 2.° les *encrinites*, pétrification d'un polypier qui devait sortir du fond de la mer, par une longue tige douée d'articulations orbiculaires ayant la forme de petites pierres meulières (selon l'expression de Blumenbach), et au sommet de laquelle étaient les bras ordinairement repliés, imitant alors un épi de blé de Turquie ou un lys non encore ouvert. On voit la figure de ce fossile dans le *Manuel* de Blumenbach, tom. 2, pag. 416. Les *entroques*, les *astérites* (1), les

(1) Il ne faut pas confondre les *astérites* ou pierres en forme d'étoile, avec les *astroites*. Les premières sont, comme nous

trochites sont les articulations isolées et fossiles de l'encrine. La différence et la grande variété de configuration qu'on observe dans ces parties organiques fossiles, indique qu'elles appartenaient à des espèces bien différentes de l'*encrine*, quoique présentement on ne connoisse qu'une seule espèce de ce genre, qui est celle qu'on trouve dans la mer des Antilles, et à laquelle on a donné le nom de *palmier marin* dont la tige est quadrangulaire. Le fossile appelé *lys de pierre*, est un encrinite formé d'une tige très-longue, composée d'une suite d'articulations à cinq angles ou sub-cylindriques, et terminée par un réceptacle articulé, qui sert de point d'attache à cinq branches divisées dès leur naissance, en deux rameaux composés d'articulations, et garnis en dedans de palmures également formées d'articulations, de sorte que cette tête ouverte représenterait une fleur telle que celle de la tulipe ou du lys sur le pedoncule (Leman). Les polypiers qui appartiennent au genre *encrine*, étaient fort nombreux dans l'ancienne mer, car on rencontre de leurs dépouilles dans beaucoup de pays calcaires de formation ancienne; 3.° les *madrépores*. On trouve dans beaucoup de parties du globe, une très-grande quantité et d'infinies variétés de

l'avons dit, les articulations détachées de l'encrine; les secondes sont des pétrifications le plus souvent calcaires, mais quelquefois aussi siliceuses d'un madrépore.

madréporites et de milleporites. Ils sont très-fréquens dans la pierre calcaire du Hartz, du mont Salève, près de Genève, etc., comme aussi dans le grès de Maestricht. Quelques-unes de ces pétrifications sont siliceuses : celles de cette nature abondent surtout dans le territoire de Bassano où les plus fréquentes sont la *ramea*, la *cespitosa*, la *muricata* (1) ; 4.° les *crustacés*. Sur les côtes du Coromandel, il y a une grande quantité de petits crabes pétrifiés : on en voit encore dans l'île de Shepey, près de l'embouchure de la Tamise, dans diverses contrées d'Angleterre, d'Allemagne, de France, d'Italie ; le territoire de Vérone en fournit de beaux exemplaires. Nous ne saurions passer sous silence un phénomène dont parle Saussure, dans le § 359, sur la foi de Bomare, c'est celui d'un crabe fossile qu'on conservait dans le Muséum de M.r Dannone, à Bâle : on

(1) Les minéralogistes ont donné le nom de *madréporite* à une variété de chaux carbonatée fétide, qui par sa structure bacillaire représente un madrépore pétrifié. C'est la *chaux carbonatée bacillaire fasciculée*, ou la *chaux carb. fétide bacillaire conjointe* d'Hauy. Elle paroît formée par la réunion de plusieurs baguettes déliées à peu près cylindriques. Quelquefois ces cylindres sont parallèles entr'eux, et forment un faisceau ; quelquefois aussi ils partent en divergeant d'un ou de plusieurs centres communs. Dans ce dernier cas, les interstices sont occupés par une marne durcie d'un blanc grisâtre. La vallée de Fassa fournit de beaux exemplaires de ce madréporite, dont la couleur est grisâtre ; mais les baguettes, quand elles sont cassées transversalement, présentent dans leurs parties internes, une belle couleur blanche nacrée.

y voyait les œufs pétrifiés dans l'endroit même par où ils sortent du corps. « Comme les œufs » des crabes, dit Saussure, ont une enveloppe » beaucoup plus dure que ceux des poissons, » et que d'ailleurs ils sont protégés par la queue » crustacée de leur mère, on peut concevoir » leur pétrification. » Je terminerai en observant avec Desmarest, que la plus grande partie des crustacés fossiles se rapportent à des genres connus, mais à des espèces jusqu'à présent inconnues dans nos systèmes; et l'on connoît déjà trente-six de ces espèces fossiles dont on a très-bien prouvé l'existence: leur gisement ordinaire est dans les terrains calcaires, mais de formations différentes.

§ 450. Passant maintenant aux cétacés, nous devons faire remarquer que dans beaucoup de parties du globe, on a trouvé des os de baleines et d'autres cétacés dont il est bien souvent impossible de déterminer l'espèce. Le sol de l'Italie où les traces de l'ancien séjour de la mer sont si fréquentes, présente souvent les dépouilles fossiles des grands cétacés; et ces témoignages des anciennes révolutions de notre globe, se multiplient à mesure que le zèle pour les recherches s'accroît, et que l'esprit d'observation appelle l'attention des hommes sur des objets pour lesquels ils avaient d'abord une sorte de mépris. La ville de Milan possède maintenant

quelques échantillons précieux en ce genre; ce sont, 1.° le squelette entier d'un cétacé de 22 pieds de longueur, appartenant au genre *baleine*, auquel manquent seulement les os de la nageoire gauche; il est muni de 12 côtes à chacun de ses côtés, de 42 vertèbres, et de toutes les parties de la nageoire droite: le crâne est entier et parfaitement conservé; 2.° un autre cétacé plus grand, mais mutilé, auquel manquent la tête et beaucoup de vertèbres dont il ne reste que 19 des grandes ainsi que 8 côtes d'un côté, 7 de l'autre, et des fragmens qui semblent être la tête de l'*humerus*; 3.° un dauphin entier avec la tête et les dents, auquel il ne manque que la moitié de la mâchoire droite inférieure; 4.° les ossemens d'un autre dauphin. Ces squelettes furent trouvés par le savant M.r Cortesi, près de Castell'Arquato, dans le Placentin et dans la même montagne où l'on avait déterré beaucoup de grands quadrupèdes, et une quantité infinie de coquilles, les unes étrangères et les autres indigènes de l'Adriatique et de la Méditerranée. Après que les objets dont nous venons de parler, eurent été transportés à Milan, M.r Cortesi continua ses recherches qui furent couronnées par le plus heureux succès, puisqu'en 1815, il trouva dans la même contrée, les os d'un autre cétacé d'une grandeur démesurée, et qu'en 1816, il fit la découverte d'un squelette presque entier

d'une autre baleine. Voilà donc les os de 4 baleines et de 2 dauphins trouvés en un court période de temps, par une seule personne et dans une étendue peu considérable de terrain. Les naturalistes ont écrit que les baleines aiment à vivre en troupes, mais qu'elles n'ont pas coutume de s'associer avec les dauphins. Nous rapporterons dans la suite d'autres exemples de dépôts d'os fossiles, dans lesquels on a rencontré unies ensemble les dépouilles d'animaux qui sont entr'eux dans un état permanent de guerre.

§ 451. En Italie, les collines du Placentin, comme nous l'avons déjà fait observer, ne sont pas les seules qui contiennent des os fossiles de cétacés. Brocchi dans sa *Conchyologie fossile sous-apennine*, a donné un catalogue des divers lieux de cette péninsule dans lesquels on a trouvé de semblables dépouilles, des auteurs qui en ont parlé, et des cabinets où ces objets sont conservés. Les lieux les plus renommés sous ce rapport, sont, 1.° en Toscane, savoir, au voisinage de Sienne, à Chianciano dans le Siennais, à Monte Fullonico près de Volterre, dans le Valdarno inférieur et à Monte Chiaro; 2.° dans le Bolonais à Monte Maggiore; 3.° en Piémont à Castelnovo-Calcea. Le terrain d'où l'on retire, en Italie, ces os, est en général une marne bleuâtre; mais le docteur Santi, en parlant des côtes de baleine de Chianciano, dit qu'elles furent

trouvées dans un sable calcaire. Ce n'est pas seulement en Italie, qu'on fait de pareilles découvertes, puisque d'après M.[r] Faujas, *Essais de géologie*, tom. 1, pag. 140, on a encore trouvé plusieurs fois des os fossiles de cétacés en Angleterre, en Allemagne, dans la Belgique, à plusieurs lieues dans les terres, du côté de Dunkerque, dans l'Alsace, non loin de Strasbourg, dans les escarpemens des Vaches-noires entre le Havre et Honfleur, dans les environs de Laon et autres lieux, où ces énormes ossemens suspendus à des voûtes, déposés même dans les temples, étaient regardés par l'ignorance ou par la superstition, tantôt comme des os de géans, tantôt comme la dépouille de monstres énormes qui infestaient la contrée, et que la puissance miraculeuse d'un saint faisait disparoître. Cependant il importe de faire observer que parfois on a cru fossiles quelques os de cétacés qui n'avaient jamais été ensevelis sous terre. Il arrive assez souvent que la tempête jette sur les plages quelque grand cétacé dont les os sont recueillis et achetés par des personnes curieuses des objets d'histoire naturelle; après un long espace de temps, on perd la mémoire du fait auquel on doit la possession de ces os, et l'on croit qu'ils ont été retirés du sein de la terre. Tels sont, suivant M.[r] Brocchi que nous avons déjà cité, quelques grands os d'un cétacé qu'on conserve à Milan, dans le portique

de la maison Rossi, située sur le canal, entre l'église de S.[t] Barthélemi et l'hôpital des Bons-Frères, et dont M.[r] Néergord a parlé dans son Voyage pittoresque dans le nord de l'Italie (Voy. *Journal de physique*, août 1813); tels sont encore ceux qui étaient autrefois suspendus aux lambris de l'église de S.[t] Christophore à Lodi, et qui sont maintenant conservés dans le cabinet de M.[r] le docteur Villa, de la même ville. Un fragment de ces derniers examiné par M.[r] Brocchi, avait la demi-transparence d'un os frais; exposé au feu, d'abord il noircissait, puis il prenait une couleur blanchâtre, en exhalant une odeur empyreumatique; mis dans l'acide nitrique, il ne se dissolvait que très-lentement et sans effervescence sensible; et il restait une substance floconeuse provenant de la gélatine animale.

§ 452. Si l'on réfléchit sur la quantité d'os de cétacés qu'on trouve en Italie, il y a lieu de croire que la mer qui en couvrait anciennement le sol, était remplie de ces animaux, et que l'ordre actuel de choses une fois établi, c'est-à-dire que la population s'étant accrue et la navigation ayant été inventée ou perfectionnée, ces mêmes animaux se retirèrent dans des mers moins fréquentées et qui leur présentaient un séjour plus tranquille. Il ne me paroît pas qu'on puisse assigner d'autre cause à leur disparition de nos mers, parce que les baleines d'une grandeur

édiocre habitent également les mers glaciales ı Nord et celles des climats chauds. Pendant ıe les peuples de l'hémisphère boréal vont les ıercher parmi les glaces du Groenland, les ›rtugais en font la pêche autour de l'île de la ·inité, située au 20ᵉ degré, 31ᵐ de latitude d. La Peyrouse rapporte que dans la baie de onterey, appartenant aux Espagnols, à 36°, ′ de latitude nord, ses frégates furent envinnées de plusieurs baleines, ce qui arriva aussi la Billardière dans les mers d'Afrique; et l'on it que quelques habitans de l'île de Madagascar, ıi s'étend du 12ᵉ au 24ᵉ de latitude sud, s'ocıpent de la pêche des baleines. Ajoutons que capitaine anglais Colnett a rencontré de ces :tacés dans les mers des zones les plus chaudes. nfin selon le témoignage de Pline, de Strabon : d'autres anciens auteurs, les baleines fréquenient la Méditerranée, le golfe de Gascogne, Manche et les mers Britanniques. S'il est vrai, ımme on l'assure, que les seuls Hollandais dans cours de 110 ans, aient pêché plus de cinıante-cinq mille baleines sur les côtes du Spitzrg et du Groenland, et qu'on calculât celles ıi ont été pêchées par d'autres peuples et dans ıutres mers, certainement le nombre de ces tacés détruits dans l'espace de cent ans, s'élerait à plus de cent mille; ce qui démontre que tte espèce de gros animaux est très-nombreuse

et a dû l'être bien davantage lorsque l'homme n'avait pas encore osé lui faire la guerre : par conséquent ses dépouilles doivent être très-fréquentes dans tous les lieux où la mer a séjourné. Avant de terminer ce chapitre, je ferai observer qu'aux cétacés fossiles, on doit encore rapporter les os fossiles des lamantins, communément appelés bœufs, vaches et veaux marins. Il en a été trouvé en France dans trois différens lieux, savoir, 1.° par M.r le professeur Renou, dans les couches d'un calcaire coquillier grossier du département de Maine et Loire. Leur substance est changée en un calcaire ferrugineux assez dur, d'un brun roussâtre, et dans lequel M.r Chevreul a reconnu du fluate de chaux. Les observations ostéologiques portent à croire que cette espèce fossile différait beaucoup des deux espèces vivantes connues de lamantins; 2.° par M.r Dargelas à Carpians, à 15 lieues de Bordeaux, aussi dans un calcaire marin grossier, et qui sont changés en un calcaire grossier; 3.° par M.r Bralle ingénieur à Marly, près Paris, dans l'argile plastique intermédiaire à la craie et au calcaire à cerithes (Desmarest, *Nouveau Dictionnaire d'histoire naturelle*, art. *lamantins*).

CHAPITRE LXXVII.

Poissons, reptiles et oiseaux.

§ 453. On peut voir dans le tom. 1 des *Essais géologie* par M.r Faujas, un long catalogue s lieux qui présentent le phénomène intéressant s ichtyolithes ou poissons fossiles. Les couches histeuses ou marneuses, les ardoises et les arles bitumineuses sont ordinairement le tombeau cette sorte de fossiles: cependant on en trouve ielquefois encore dans l'épaisseur des bancs de pierre calcaire. Tel était le poisson fossile qu'on couvrit dans les carrières de Nanterre, près Paris, et qui a été décrit par M.r Faujas dans tom. 1 des *Annales du Muséum d'histoire naelle.* Ce poisson dont on croit que l'espèce iste dans les mers du Sud, fut trouvé à dix eds de profondeur, dans la partie la plus solide in banc de pierre granulaire, un peu spatheuse sonore lorsqu'on la frappe avec un corps dur. plus souvent on ne voit que l'empreinte des issons; mais quelquefois les parties osseuses et rtilagineuses se sont conservées. Il est à rearquer que dans quelques ichtyolithes, les écailles les arêtes sont pétrifrées, et que quelquefois es sont devenues siliceuses, faisant feu au

briquet, comme on l'observe dans les poissons fossiles de Pietra-Roja, au royaume de Naples. Les substances métalliques ont quelquefois pénétré les cadavres des poissons. Dans les couches de schiste argileux et bitumineux du Himmelsberg, près de Mayence, on a trouvé des dépouilles et des empreintes de poissons, pointillées de mercure sulfuré (Voy. *Journal des mines*, n.° 84), et Woigt (*Voyage minéralogique dans les montagnes de l'Asie*) parle d'un échantillon de charbon fossile du Meisner, qui présentait l'empreinte d'un poisson, et fut donné à M.r Faujas, par M.r Schafer, inspecteur des mines. Mais le plus célèbre dépôt de poissons fossiles qu'on connoisse, est celui du Mont-Bolca, près de Vérone. Le comte Gazola a rendu aux naturalistes le service le plus signalé, en faisant connoître les produits de cette contrée, en multipliant la circulation des échantillons, et en illustrant les objets de ses recherches par la publication de l'ouvrage de M.r le chanoine Volta. D'après les descriptions faites par celui-ci, on devrait croire que plusieurs espèces de ces poissons n'ont pas leurs analogues vivans dans nos mers, mais qu'il faut les chercher dans les climats brûlans de la zone torride. Je ne dois pourtant pas dissimuler que M.r Cuvier en passant à Milan, m'a dit avoir fait un long travail sur ce sujet, ayant sous yeux la riche collection qui existe au Muséum du jardin des

tes à Paris, et qu'il pense que les poissons les de Bolca appartiennent à des espèces nnues dans quelque climat que ce soit.

454. Dans les couches terrestres soit comes, soit terreuses, on trouve encore souvent ques restes de poissons, c'est-à-dire, des èbres, des arêtes et des dents. Parmi ces ières, les *bufonites* qui ressemblent à des dents oup marin (*anarchicas lupus* L.) sont trèsmunes: il en est de même des glossopètres *ingues pétrifiées*. C'est fort improprement qu'on nné ce nom aux dents fossiles triangulaires, elées des squales, telles que celles du *caras*, *galeus*, *cunicula*, etc.; et si toutes ces s ne sont pas configurées de la même ma-, c'est parce qu'on compte diverses espèces quales: parmi ces dents fossiles, il y en a e qu'on ne peut comparer à aucune espèce ue. Il faut croire que les espèces de ces aux et notamment celle du *carcharias*, étaient un temps excessivement multipliées, puisque l'île de Malthe, en Toscane et dans la bre, on en voit une prodigieuse quantité. On va dans les environs de Paris, une de ces s fossiles qui avait trois pouces et trois lignes ongueur et trois pouces de largeur: M.r De pède calcula la grandeur de l'animal auquel t appartenu cette dent, et il estima qu'elle it être de 70 pieds et 9 pouces. Dans l'île

de Malthe et en divers lieux d'Italie où abondent ces fossiles, il n'est pas rare de trouver de semblables dents d'une grandeur encore plus considérable. On peut juger par là que des animaux d'une si grande masse et d'un caractère extrêmement féroce, devaient être aussi monstrueux que terribles.

§ 455. On croit communément que la pierre dite *turquoise orientale*, qui est très-précieuse et qu'on trouve particulièrement en Perse, appartient à des dents pétrifiées de poisson. Dans les territoires de Sienne et de Plaisance, dit Brocchi, on a rencontré quelque dent de squale convertie en turquoise. Le docteur Bonvoisin s'est opposé à cette opinion, et a soutenu que les turquoises sont des substances pierreuses qui appartiennent au genre des opales. Il est parvenu à faire des turquoises artificielles avec la calcédoine du Piémont en la colorant par le moyen de l'oxide de cuivre. Nous observerons avec Klaproth, qu'il y a deux espèces de turquoises dont une semble appartenir aux os fossiles; il paroît que l'autre doit être rapportée aux véritables pierres. La turquoise d'origine incertaine, qui analysée par Bouillon-Lagrange, donna phosphate de chaux 80, carbonate de chaux 8, phosphate de fer 2, phosphate de magnésie 2, alumine 1 : 5, eau et un soupçon de manganèse, a les caractères d'une substance

osseuse animale, et est soluble dans l'acide nitrique sans effervescence : au contraire celle de Perse, qui, analysée par Jhon, donna alumine 73, oxide de cuivre 4 : 5, oxide de fer 4, eau et perte 18, manquant de phosphates, semble être une pierre, et est insoluble dans l'acide nitrique, ce qui confirme l'opinion de Bonvoisin. La première, c'est-à-dire, l'osseuse a reçu le nom de *turquoise de la nouvelle roche*, et la seconde, c'est-à-dire, la pierreuse, celui de *turquoise de la vielle roche.* (Voy. Haüy, *Traité des caractères physiques des pierres précieuses*).

§ 456. Les reptiles dont on a trouvé les dépouilles fossiles ou les empreintes, sont, 1.° les *tortues.* Il y a dans le bel ouvrage de M.r Faujas *sur la montagne de S.t Pierre de Maestricht*, les descriptions et les figures de quelques tortues fossiles, trouvées dans la pierre sablonneuse-calcaire de cette montagne si intéressante par la quantité et la variété des fossiles qu'elle contient. On a découvert d'autres dépouilles fossiles de ces animaux dans les environs de Bruxelles, de Paris, de Glarus en Suisse, et d'Aix. Ces fossiles appartiennent ordinairement au genre des tortues marines, mais d'une espèce différente de celles que nous connoissons : fort peu se rapportent aux tortues de terre ; 2.° les *crocodiles.* Fortis dans la *Géologie du Vicentin*, fait l'énumération de tous les crocodiles fossiles que les naturalistes

connoissaient de son temps ; mais il y a lieu de croire qu'on a donné ce nom à des espèces d'animaux très-différentes. D'après les observations de Cuvier, il paroît certain que les crocodiles fossiles n'appartiennent à aucune des espèces connues (1), et qu'ils se rapprochent plus du gavial ou crocodile du Gange, que de celui du Nil. Dans les *Mémoires de l'Académie des sciences de Munich*, vol. 5, M.r De Sœmering a donné une notice détaillée d'un squelette à peu près complet de crocodile trouvé en 1812 à Daitin, à deux lieues de Manheim, en Bavière, dans un schiste calcaire mélangé d'argile, qui renferme du minérai de fer en grains; et dans le même schiste, on remarque des ammonites et des débris de poissons, de vermiculites et d'insectes. Le squelette a deux

(1) Il y a trois principales espèces de crocodiles vivans, 1.° le crocodile du Nil, qui vit dans toute l'Afrique. C'était anciennement le plus connu, parce qu'il était commun dans tout le cours du Nil : on ne le voit à présent que dans la haute Égypte. Il parvient jusqu'à 30 pieds de longueur; M.r Géoffroy S.t Hilaire est d'avis qu'il existait autrefois dans le Nil une seconde espèce de crocodile, plus petite et moins méchante, et qui était connue sous le nom de *suchos* : c'est le *crocodile sacré* des auteurs. Il en a trouvé le squelette dans les puits à momies de la haute Égypte ; 2.° le crocodile du Gange dit encore *gavial*, il y en a de deux espèces, savoir, le grand qui a environ 12 pieds de longueur, et le petit qui n'en a que deux et demi ; 3.° le crocodile d'Amérique ou *caiman* appelé par Linné *lacerta alligator* qu'on trouve dans tous les pays chauds d'Amérique : il parvient rarement jusqu'à 20 pieds de longueur. Les différences spécifiques de ces crocodiles consistent dans la configuration du museau, des mâchoires et des pieds de derrière.

pieds, onze pouces et demi de long, et selon l'auteur précité se rapporte à une espèce de gavial très-différente du *gavial gangeticus*, moins différente du *gavial tenuirostris*. La tête du grand animal fossile des carrières de Maestricht qu'on avait regardé comme un crocodile, semble appartenir à un reptile monstrueux d'un genre particulier; 3.° le *reptile volant inconnu*. On l'a trouvé fossile dans la montagne de S.t Pierre dont nous avons déjà parlé; il devait voler à la manière de la chauve-souris, par le moyen de l'expansion membraneuse des extrémités pectorales; 4.° les *serpens fossiles*. Quelques anciens naturalistes sont tombés dans l'erreur en prenant pour serpens pétrifiés, quelques espèces d'ammonites. Mais M.r Stifft, secrétaire des mines de Dillenburg, près de Francfort, a observé dans la grauwake de ce pays, une espèce de fossile qu'il regarde comme des serpens pétrifiés (Voy. *Journal des mines*, n.° 135). On voit pas les figures qu'en a publiées ce savant auteur, que ces pétrifications appartiennent à un animal qui avait quelque ressemblance avec le serpent; sa longueur était de 16 à 17 pouces sur un diamètre de 7 à 8 lignes: il est cependant difficile d'en déterminer l'espèce parce qu'il n'a pas été possible d'en avoir des échantillons entiers, vu la multiplicité des fentes de la pierre. Cuvier fait mention de vertèbres de serpens dans les brèches osseuses de Cette,

et Ébel parle de serpens fossiles dans les ardoises du canton de Glarus, et dans le schiste d'Oeningen où l'on trouve encore les dépouilles d'animaux amphibies, comme crapauds, grenouilles, etc.

§ 457. On a long-temps douté de l'existence des ornitholites ou oiseaux fossiles, et le savant naturaliste Fortis soutint avec beaucoup de vigueur l'opinion que parmi les fossiles organiques connus de son temps, il n'existait point de dépouilles d'oiseaux: mais plusieurs échantillons non équivoques, trouvés dans les couches gypseuses de Mont-Martre, et les exactes observations faites par Cuvier sur ces échantillons, ne permettent pas de douter de l'existence des oiseaux fossiles, quoiqu'on n'en puisse point déterminer les espèces avec cette exactitude qui serait nécessaire pour pouvoir les comparer avec les espèces connues. Dans le schiste calcaire de Pappenheim, on a encore trouvé des os d'oiseaux nageurs, comme, canards; et dans le schiste fétide d'Oeningen, on rencontre les os de ces espèces d'oiseaux qui fréquentent les plages. Le schiste calcaire de Bolca où l'on voit des empreintes des poissons, présente quelquefois celles de plumes d'oiseaux. Ébel en parlant de la plage méridionale de l'Orbe, dans le pays de Vaud, fait mention d'un banc d'asphalte dans lequel on trouve quantité d'os et de becs d'oiseaux (Voy. *Guide des voyageurs dans la Suisse*, tom. 3, pag. 629).

CHAPITRE LXXVIII.

Os fossiles de quadrupèdes appartenant à des genres inconnus.

§ 458. *Mastodonte, mammifère de Simore, inconnu de l'Ohio* dans l'Amérique septentrionale. Ces trois dénominations se rapportent à un seul genre de quadrupèdes dont on ne connoît l'existence passée que par les os qu'on en trouve dans presque toutes les parties connues du globe, depuis la Sibérie jusqu'aux pays situés sous l'équateur, et depuis le 50.e degré de latitude boréale jusqu'au 35.e de latitude australe. Le nom de mastodonte que Cuvier lui a donné, dérive de la forme mamelonnée de la partie supérieure de ses dents molaires qui se terminent en mamelon, lorsqu'elles n'ont pas été usées par un longue trituration, comme on le voit dans les individus morts à un âge très-avancé. Humboldt a fait une observation très-intéressante, c'est que les os fossiles du mastodonte dans les vallées du Mexique et du Pérou, se trouvent depuis 230 jusqu'à 2900 mètres de hauteur au-dessus du niveau de la mer, et jamais dans des situations moins élevées. Cet animal était encore pourvu d'une trompe et de défenses d'ivoire comme l'éléphant. Dans la collection des os fossiles de

l'Amérique septentrionale, envoyée par Jefferson à l'Institut de France, il y avait une défense de 2 mètres, 65 centimètres (presque 8 pieds) de longueur, selon sa courbure. Avant M.r Cuvier, on avait observé la différence qui existe entre la structure des dents molaires du mastodonte, et celles de l'éléphant; mais les naturalistes avaient des idées aussi confuses qu'incertaines touchant l'animal auquel ces dents pouvaient appartenir. L'illustre auteur que nous venons de citer, a tellement multiplié ses observations sur cet objet, qu'il a établi un genre de mastodontes qui embrasse cinq espèces. La plus grande est celle du mastodonte de l'Ohio dans l'Amérique septentrionale; la seconde qui est celle de Simore (1) et d'autres contrées, est indiquée par la dénomination de mastodonte à *dents étroites*; M.r le professeur Nesti de Florence m'écrit qu'il a trouvé la moitié du squelette de ce mastodonte dont on ne connoissait que les dents: il s'occupe à faire graver les planches relatives à la description qu'il se propose de publier; la troisième est celle du *petit* mastodonte, espèce semblable à celle de Simore, mais plus petite d'un tiers; la quatrième est celle du mastodonte des *Cordilières*: le caractère de cette espèce est d'avoir les dents

(1) Petite ville de France, en Gascogne, près de laquelle on a trouvé plusieurs dents fossiles de mastodonte mêlées avec de prétendues turquoises.

intermédiaires carrées; enfin la cinquième est celle du mastodonte dit *Humboldien* : cette espèce est ainsi appelée en l'honneur du célèbre géologue qui fut le premier qui en porta les os en Europe. Elle est semblable à la précédente par la structure des dents, mais elle est d'un tiers plus petite (on peut voir sur ce sujet, les deux *Mémoires de Cuvier*, insérés dans le tom. 8 des *Annales du Muséum d'histoire naturelle de Paris*, savoir, sur le *grand mastodonte*, et sur *les diverses dents du genre des mastodontes*). Quelques zoologues ont considéré la diverse structure des dents comme un caractère insuffisant pour établir un nouveau genre, et c'est à cause de cela, qu'ils ont rapporté le mastodonte au genre des éléphans, en formant seulement une nouvelle espèce à laquelle ils ont donné le nom d'*éléphant-mastodonté* (Voy. le tom. 5.ᵉ des *Mémoires de l'Académie impériale des sciences de Pétersbourg*, publié en 1815) : mais une différence remarquable et constante dans la forme et dans la structure des dents, jointe à d'autres différences de quelques parties du crâne et des os du tronc, semble suffisante pour qu'on en puisse déduire un nouveau genre, bien que les mastodontes par leurs autres caractères aient beaucoup d'analogie avec le genre des éléphans. La grandeur du mastodonte ne devait pas excéder celle de l'éléphant ordinaire des Indes.

§ 459. *Megatherium* ou *megalonyx*. En 1789, on transporta à Madrid les os fossiles d'un animal inconnu, déterrés aux environs de Buenos-Ayres, qui réunis formaient le squelette d'un quadrupède gigantesque dont l'ossature était plus forte que celles de l'éléphant et du rhinocéros, et avait 12 pieds de longueur sur 6 de hauteur. Cet animal extraordinaire, muni de grosses griffes, diffère de tous les autres animaux connus; et en considérant la grosseur de ses os, sa stature et la force de ses membres, on pourrait le regarder, selon l'expression de M.r Faujas, comme l'hercule des quadrupèdes. Ce squelette fut placé dans le cabinet du roi, à Madrid, et l'on donna à l'animal le nom de *megatherium*, c'est-à-dire, animal grand. En 1795, on envoya de Lima, au même cabinet, les os d'un autre animal analogue au premier, et les os d'un troisième furent expédiés du Paraguai, à un religieux des Écoles pies. Les restes de cette espèce d'animaux maintenant connue, sont donc épars en divers lieux de l'Amérique méridionale. Pendant qu'on trouvait dans cette partie du nouveau continent, les os du megatherium, on découvrit dans l'Amérique septentrionale, au fond d'une grotte située à la partie occidentale de la Virginie, les os d'un animal semblable auquel Jefferson donna le nom de *megalonyx*. Il n'a pas été possible de former un squelette entier du *megalonyx*, comme on l'a

fait du *megatherium ;* mais en examinant les os qui ont tous les caractères de l'état adulte, on voit que le megalonyx devait avoir la grandeur de l'un des plus grands bœufs de la Suisse ou de la Hongrie, et être par conséquent plus petit que le megatherium. Clinton a décrit une espèce de grands quadrupèdes, laquelle vit présentement dans le nord de l'Amérique, et semble exister encore dans la Tartarie, et qu'il croit être une espèce particulière d'ours. Suivant Blainville (Voy. *Journal de physique*, tom. 81), les os de cet animal paroissent être analogues à ceux du megalonyx : dans ce cas, le *megalonyx* de Jefferson ne serait plus une espèce perdue ; et probablement ces gros animaux dont on a parlé dans les feuilles publiques de la présente année, sous le nom de *mammouth*, et qui ont été vus dans les montagnes de la Louisiane, près de l'embouchure du Missouri, étaient des *megalonyx*.

§ 460. De l'examen non-seulement des dents, mais encore des autres os du squelette, M.r Cuvier déduit que le *megatherium* et le *megalonyx* devraient être placés dans la famille des onguiculés, privés de dents incisives, et qu'il faudrait par conséquent les réunir aux paresseux et aux fourmilliers. Mais M.r Faujas ne croit pas que cette place convienne au *megatherium* et au *megalonyx*, et qu'un quadrupède au moins aussi grand qu'un éléphant, d'une ossature encore plus forte, dont

l'existence devait exiger une grande consommation, et auquel il faut nécessairement supposer de grands moyens d'attaque et de défense contre les autres animaux, puisse être assimilé aux animaux foibles, indolens, chez lesquels la difficulté et la lenteur des mouvemens sont telles, qu'ils perdent un temps infini pour arriver à un arbre dont ils doivent ronger l'écorce et manger les feuilles. M.r Faujas est donc d'avis qu'on doit plutôt tenir le *megatherium* et le *megalonyx* comme en réserve, jusqu'à ce que de nouvelles découvertes ou d'autres circonstances favorables nous mettent à portée d'acquérir des idées plus précises sur des animaux si singuliers. Quelque justes que soient les réflexions de M.r Faujas, il importe de faire observer que dans toutes les classifications systématiques, qui ne sont autre chose que des méthodes artificielles nécessaires pour aider notre mémoire, et pour que nous puissions nous reconnoître dans le nombre immense des objets qui composent la nature, il existe un inconvenient bien grave, c'est celui qui oblige de lier ensemble quelques êtres très-différens, parce qu'ils participent de ces caractères qui ont été pris pour base de la classification. Il est prouvé par les observations de Cuvier, que le *megatherium* et le *megalonyx* n'étaient point carnivores, mais qu'ils se nourrissaient de végétaux; que leur organisation en grand était

semblable à celle qu'on remarque en petit dans les animaux *paresseux ;* et que s'ils s'éloignaient en quelques points, de la structure de ceux-ci, ils se rapprochaient alors de celle des *fourmilliers.* Le rapprochement de ces animaux fossiles, de la famille à laquelle ils ont été attribués, n'est donc ni arbitraire, ni fondé sur des caractères artificiels, mais il est le résultat nécessaire de l'identité de nature des uns et des autres (1).

---

(1) M.r De Gimbernat m'a communiqué une notice sur ce grand quadrupède qu'il appelle *problématique*, notice que je publie ici d'après l'autorisation de ce savant naturaliste, et par amour pour la vérité. « Il y a environ 30 années qu'on déterra à Buenos-Ayres, nombre d'ossemens extraordinaires par leur grandeur, et qui furent envoyés à Madrid. On trouva dans les caisses qui contenaient ces fossiles, non pas les os d'un seul animal, mais de plusieurs pêle-mêle, tous d'une conformation inconnue. Un homme sans instruction en anatomie comparée, *prosecteur* ou *empailleur* au cabinet d'histoire naturelle, et un abbé *Rovira* se chargèrent d'assortir ce mélange d'ossemens, et de les monter en squelette. On en fit des dessins très-imparfaits, et M.r Garriga qui n'avait que des notions superficielles en ostéologie, publia à Madrid la description avec des gravures. C'est d'après » l'autorité de tels dessins et d'une telle description, que des » savans en France, en Allemagne et en Angleterre ont écrit » des dissertations, et jugé sur l'animal inconnu du Paraguai. » Aucun des auteurs qui ont voulu déterminer auquel des genres » connus appartenait ce grand quadrupède, n'a été à même » d'examiner l'*identité individuelle* des parties du squelette en » question. Ils ont admis sans scrupule que tous les os avec » lesquels il est composé, sont d'un seul animal ; ils n'ont pas » même soupçonné qu'il puisse être composé de plusieurs individus. » Ce fait assuré par une personne très-instruite, et

§ 461. *Palæotherium et anoplotherium.* On peut dire que ces deux genres d'animaux ont été ressuscités par M.r Cuvier, qui a donné le nom de *palæotherium* (animal antique) à un quadrupède inconnu dont on a trouvé les os fossiles pour la première fois dans les couches les plus profondes du gypse de Mont-Martre, près de Paris. De la forme des dents molaires et de l'ostéologie du crâne de cet animal, ce célèbre naturaliste a déduit que le palœotherium était un animal herbivore d'un genre approchant de celui du rhinocéros, et qu'il avait une trompe courte formée par le prolongement membraneux des canaux des narines. En rassemblant les nombreux ossemens des palœotherium trouvés dans les environs de Paris, il a divisé ce genre en cinq espèces, selon la configuration des pieds et la diverse grandeur de l'animal, en commençant

---

qui a été témoin oculaire de ce qu'elle affirme, doit inspirer une juste défiance, et faire naître des doutes sur ce qui a été écrit touchant ce singulier animal. M.r Gimbernat termine ainsi sa notice: « Il faut attendre qu'un savant versé dans l'anatomie comparée » passe en revue toutes les parties qu'on a groupées en composant empyriquement le *squelette en question*, pour reconnaître » qu'il a existé effectivement un grand quadrupède formé suivant » une loi absolument différente de celle que la nature a suivie » dans la création des animaux. En attendant, il sera bon de » suspendre notre jugement sur ce fameux squelette, comme » sur ces médailles équivoques qu'on ne sait pas si elles sont » genuines ou contrefaites. »

depuis la taille du cheval qui convient au palœotherium dit grand, et descendant jusqu'à celle de la brebis. A ces espèces, le même naturaliste en a joint d'autres par suite des observations faites sur des os analogues trouvés en divers lieux de la France. En Italie, on a aussi observé de semblables dépouilles (Voy. *le Mémoire de Nesti*). Il est à remarquer que les os des palœotherium sont le plus souvent accompagnés de coquilles terrestres ou d'eau douce. Dans le même site de Mont-Martre, mais dans les couches de gypse supérieures à celles qui renferment les os du palæotherium, on a trouvé ensuite les restes d'un autre quadrupède inconnu auquel M.r Cuvier a donné le nom d'*anoplotherium* (animal sans défense), et dont il a distingué cinq espèces, savoir, 1.° l'*anoplotherium commun*, de la grandeur d'un âne ou d'un petit cheval, à jambes grosses et courtes, avec une queue très-forte de la longueur du corps. Les pieds de devant étaient munis d'un petit doigt accessoire du côté interne; 2.° l'*anoplotherium secondaire*, semblable au précédent, mais de la grandeur du porc; 3.° l'*anoplotherium mitoyen*; ses pieds de devant étaient privés du doigt accessoire; il avait les membres allongés, et la forme de son corps était svelte et élégante comme celle du chevreuil; 4.° l'*anoplotherium petit*, de la grandeur du lièvre; 5.° l'*anoplotherium très-petit*; il n'était pas plus grand

que le cochon d'Inde. Les ossemens des *anoplotherium* n'ont été trouvés jusqu'à présent que dans les environs de Paris. Relativement à tous les animaux dont nous avons parlé dans ce chapitre, on peut voir l'intéressant ouvrage de M.r Cuvier, intitulé *Recherches sur les ossemens fossiles des quadrupèdes*.

§ 462. Dans quelques journaux anglais (Voy. *Montly repertory*, mars 1808), on raconte qu'un voyageur porta de la nouvelle Hollande en Angleterre, des os fossiles très-singuliers. Dans le nombre de ces os, il y avait entr'autres, ceux d'un animal approchant du tigre et du lion, mais d'une grandeur si prodigieuse qu'elle passe toute croyance, puisque d'après un calcul modéré ils devaient avoir 50 pieds de longueur. Une seule dent molaire pesait 10 livres, un pied couvrait un espace de 3 à 4 pieds carrés, et la queue avait 3 pieds de circonférence. De la structure des os, on pouvait conjecturer que l'animal devait avoir été très-agile et capable de faire des sauts immenses. J'ignore s'il a été publié d'autres notices sur ce singulier et terrible animal.

CHAPITRE LXXIX.

fossiles de quadrupèdes appartenant à des genres connus, mais à des espèces inconnues.

§ 463. *Éléphans.* Les os fossiles d'éléphans que s bons ayeux avaient pris pour des os de géans, ɔt très-fréquens. L'opinion de ceux qui pensent e ces os sont ceux des éléphans d'Annibal ou Pirrhus, ou de ceux que les Romains nourssaient pour leurs spectales, ne peut se conier ni avec le témoignage des auteurs, ni avec quantité de ces os, ni enfin avec la diversité la multiplicité des lieux où on les trouve. Selon lybe, Eutrope et Appien, Annibal descendit Italie avec trente-sept ou quarante éléphans; rès la bataille de la Trebbia, il ne lui en resta un. Plutarque raconte que Pirrhus embarqua ngt éléphans, mais qu'il n'aborda en Italie 'avec deux seulement, ayant perdu les autres ns le naufrage de plusieurs de ses vaisseaux. est vrai que l'an 502 de la fondation de ɔme, Métellus en fit conduire dans cette ville, nt quarante-deux pris sur les Carthaginois Sicile; mais on les fit combattre et mourir ıns le cirque pour épargner la dépense de leur ɔurriture. Il est encore vrai que les Romains

devenus plus riches et plus généreux, en entretenaient les races, comme l'attestent Élien et Columelle (1): mais quelque exagération qu'on veuille mettre dans le nombre de ces éléphans, on ne pourra jamais expliquer par une telle hypothèse, l'immense quantité d'os de ces animaux qu'on trouve dans beaucoup de parties du globe qui semblent en avoir été peuplées dans un temps; et je ne serais pas éloigné de croire que si les éléphans n'existent plus parmi nous, c'est parce que nous les avons détruits. En outre les anciens connoissaient fort bien l'usage et le prix de l'ivoire: les princes les plus religieux en embellissaient les statues de leurs Dieux, et ceux qui avaient moins de piété en ornaient les [illegible] de leurs maîtresses (Voy. *Flavius Vopiscus*). La sépulture des éléphans dont nous retrouvons les

(1) Les notices que Pline nous a transmises sur les éléphans dans les premiers chapitres du liv. 8, sont très-spécieuses. Parmi ces notices, il y en a quelques-unes dont il ne paroît pas qu'on puisse douter, puisqu'il parle de faits de son temps, et comme de tout le peuple. Il nous apprend que les Romains, qui d'abord furent si épouvantés de l'aspect et de la fureur de ces animaux gigantesques, par l'effet d'une sage politique, finirent par s'en servir pour leurs divertissemens, comme nous le faisons des chiens et de chevaux. Des éléphans executant grotesquement la danse pyrrhique, marchant sur des cordes, ou mollement étendus dans des litières portées par d'autres éléphans, devaient offrir des spectacles très-risibles; et pendant que le Romain se familiarisait avec ces animaux, il s'accoutumait à mépriser leur force et leur colère, en en voyant plusieurs combattre et mourir dans l'arène.

éfenses, doit donc remonter à des temps antéeurs à ceux d'Annibal, de Pyrrhus, des Romains, es Grecs, etc., et c'est un phénomène qui apartient à des époques qui ont précédé les moumens historiques. On peut lire, relativement à t objet, les *Mémoires de M.r Cuvier sur les éléans vivans et fossiles*, ainsi que la *Dissertation M.r Fortis sur les os fossiles du Véronais.*

§ 464. En Italie, le Valdarno supérieur peut re considéré (1) comme un vaste cimetière de s animaux (Voy. ce qui a été dit au § 401). n France, il y a peu de départemens où l'on ait trouvé de ces os, et dans l'Allemagne seument, on a jusqu'à présent déterré les os de us de 200 individus. Parmi ces dépouilles d'éléans, il en est une qui mérite une mention rticulière, c'est celle qui en 1799 fut trouvée ns le pays de Gota, et dont le célèbre astrome, M.r le Baron De Zach, donna une descripn très-circonstanciée dans son *Journal allemand* ur le mois de janvier 1800, art. 2. Ce squelette

(1) Comme on trouve les dépouilles des grands animaux terres dans plusieurs collines sous-apennines de la Lombardie jusqu'à la Calabre, M.r Brocchi dans sa *Conchyologie fossile s-apennine* a indiqué tous les lieux où l'on a fait de pareilles couvertes, les Muséum dans lesquels on conserve les objets on été déterrés, et les auteurs qui en ont parlé. Ce catalogue s-instructif, divisé par espèces, contient l'énumération des pouilles d'éléphans, de mastodontes, de rhinocéros, d'hippotames, d'élans d'Irlande et de cerfs, lesquelles ont été trouces dans les terrains d'Italie.

fut découvert dans un lieu distant de 50 pieds d'un autre endroit où l'on avait déterré un autre squelette d'éléphant dont Tentzelius et Hoyer publièrent la relation. La Pologne et la Russie ont fourni des os d'éléphant, et les îles Britanniques qui, comme l'observe Cuvier, vu leur position, ne devaient pas recevoir beaucoup d'éléphans vivans, en présentent néanmoins un grand nombre de fossiles. Ceux-ci ont été encore trouvés dans la partie septentrionale de l'Irlande, dans la Scandinavie, dans l'Ostrobothnie et dans la Norvège (Voy. le *Mémoire de M.r Cuvier sur les éléphans vivans et fossiles*, tom. 8 des *Annales du Muséum*). Mais de tous les pays connus, peut-être le plus riche en ce genre est la Sibérie, où les Russes font un commerce considérable de l'ivoire fossile. Pallas dans sa dissertation *De reliquiis animalium exoticorum per Asiam borealem repertis*, insérée dans le tom. 17 des *Nouveaux Commentaires de Pétersbourg* pour l'an 1772, assure que dans le nord de l'Asie, depuis le Tanaïs qui se jette dans la mer Noire jusqu'à l'Anadir qui va se perdre dans le golfe de Kamtschatka, il n'y a pas de fleuve considérable dont les bords ou le lit ne renferment des os d'éléphans et d'autres grands animaux. Ces dépouilles gisent ordinairement dans les fleuves qui traversent les plaines et coulent sur des lits de sable, d'arène et d'argile; et il est rare qu'on en trouve dans

s montagnes. Ce pays a plus de quatre mille ues d'étendue, et la grande quantité d'os qui y nt généralement répandus, semble une chose ipossible à concevoir, si l'on ne suppose qu'il ait anciennement peuplé d'éléphans et d'autres ands animaux. Il n'y a là, dit Pallas, ni torns, ni inondations auxquels on puisse attribuer t effet, et nulle combinaison n'a été capable réunir tous ces ossemens de manière à en rmer des squelettes entiers.

§ 465. Pendant long-temps les naturalistes ont nsidéré les éléphans vivans comme des animaux ii appartiennent à une seule espèce. Buffon, Aubanton et Linné ont partagé cette opinion. célèbre Camper a été le premier qui a connu différence spécifique qui existe entre l'éléphant s Indes et celui de l'Afrique, différence que umenbach et Cuvier ont ensuite confirmée par aucoup d'observations faites sur la structure s dents. Dans l'éléphant asiatique, pour me rvir des expressions de M.r Faujas, les dents olaires sont marquées sur la surface qui sert broyer, de sillons ou cannelures parallèles, un u ondoyans, dont les bords en saillies sont peu festonnés, tandis que l'éléphant d'Afrique la même partie de la couronne dessinée ou utôt sculptée en lozanges (1). On peut donc au

(1) L'anatomie comparée a démontré la différence qui existe re ces deux espèces d'éléphans; mais sommes-nous assurés

seul aspect des molaires des éléphans, déterminer facilement les deux espèces. Au caractère distinctif des dents, on doit en ajouter quelques autres, savoir, celui du crâne qui est plus arrondi dans l'éléphant africain et plus allongé dans l'éléphant asiatique ; celui du front qui dans l'éléphant asiatique est creusé en forme d'une courbe rentrante et concave, tandis que la même partie est légèrement convexe dans l'éléphant africain; et enfin celui des oreilles, qui, dans l'éléphant des Indes, sont d'une grandeur médiocre, au lieu que dans l'éléphant d'Afrique, elles sont excessivement longues et couvrent toute l'épaule. Quelques auteurs font mention d'une espèce d'éléphant nain dont les individus ne parviennent qu'à trois pieds de hauteur; mais il ne paroît pas que ces notices soient fondées sur des relations dignes de foi.

§ 466. Les os fossiles d'éléphans qu'on trouve dans tant de diverses parties du globe appartiennent à une espèce qui par la conformation de ses dents, se rapproche plus de l'asiatique que de l'africaine (1): c'est celle qui a été indiquée

---

que ces deux espèces vivent exclusivement l'une dans l'Asie et l'autre dans l'Afrique ? On pourrait citer plusieurs auteurs qui prétendent que l'éléphant asiatique se trouve encore sur les côtes orientales de l'Afrique.

(1) Dans la *Bibliothèque universelle*, février 1818, on lit une notice tirée des Annales de M.r Gilbert, laquelle porte qu'en

par Blumenbach, sous le nom d'*éléphant primitif*, et aux individus de laquelle les Russes ont donné le nom de mammouth (1). Cette espèce que l'on connoît seulement par les os fossiles de ses individus, avait de la ressemblance avec l'espèce

1817, près du village de Tiède, à deux lieues de Brunswich, on découvrit une grande quantité d'ossemens de dimension gigantesque, sur lesquels M.r le docteur Dahne qui se rendit sur les lieux, fit plusieurs observations. Là on trouva les os de cinq mammouths, d'un rhinocéros-licorne et de deux espèces de cerfs dont l'une paroît être le cerf ordinaire et l'autre le daim. On avait mis au jour neuf défenses parmi lesquelles une de 11 et l'autre de 14 pieds de long. On trouva aussi dans le même lieu quelques énormes dents molaires de mammouth, mêlées avec beaucoup d'autres ossemens. *La forme de la surface frottante de ses dents ressemble à celle des dents de l'éléphant d'Afrique; les sillons relevés, encore en grande partie recouverts de leur émail, se coupent en lozanges, pendant que les dents fossiles de mammouth ont la conformation des dents de l'éléphant d'Asie.* Ce curieux dépôt d'ossemens était dans un banc de terre glaise, épais en quelques endroits, de 15 à 20 pieds, formé par alluvion et qui couvre une carrière de pierre à plâtre. Comme on avait extrait une grande quantité de cette pierre, le banc supérieur de terre venant à manquer d'appui, s'écroula et mit à découvert les os qu'il renfermait. En Amérique, on a encore trouvé des dents fossiles d'éléphant qui par leur conformation, se rapprochaient de celles de l'éléphant dit africain (Voy. Faujas, *Essais de géologie*, tom. 1, pag. 249).

(1) Pallas, tom. 13 des *Nouveaux Commentaires de l'Académie de Pétersbourg*, dit que le mot *mammouth* est dérivé du terme tartare *mama* qui signifie *terre*. Ces peuples grossiers et ignorans, trouvant fréquemment sous terre des os d'une grandeur démesurée, ont cru que ces os appartiennent à un animal qui vit sous terre comme les taupes.

asiatique, dont elle différait cependant un peu par quelques caractères que M.r Cuvier a déterminés, savoir, par les dents molaires plus larges, parallèles, marquées de festons plus étroits; par la forme plus obtuse de la mâchoire inférieure, et surtout par la longueur des alvéoles de ses défenses. Ce dernier caractère, dit Cuvier, devait modifier singulièrement la figure et l'organisation de sa trompe, et lui donner une physionomie très-différente de celle de l'espèce indienne avec laquelle elle avait d'ailleurs beaucoup d'analogie par la ressemblance des autres os. Ses défenses étaient généralement grandes, comme le démontrent celles qu'on tire de la terre. Buffon évalua à 10 pieds de longueur, la défense fossile d'éléphant trouvée à Rome dans les tufs du Mont-Vert, et dont on envoya seulement quatre fragmens à Paris, le cinquième ayant été brisé et perdu. On a fait la découverte d'autres défenses semblables et d'une non moindre grandeur, dans la Toscane, au voisinage de Todi et dans d'autres lieux d'Italie. La défense fossile trouvée dans les environs de Vérone, et dont M.r le Comte Gazola possède une partie dans sa riche collection d'histoire naturelle, a 30 pouces de périmètre à sa base, bien qu'il lui manque environs deux pieds de longueur: et le plus grand morceau de la défense trouvée par M.r Cortesi dans les collines du Placentin, et que l'on conserve aujourd'hui

à Milan, dans le cabinet de l'Administration des mines, a dans la section la plus grande, 28 pouces de périmètre. Cependant la grandeur des défenses ne peut pas former un caractère distinctif, puisqu'elles croissent tout le temps que dure la vie de l'animal, et que l'âge est ce qui influe le plus sur leurs dimensions. Les défenses des femelles sont en général plus courtes que celles des mâles, et les défenses des éléphans vivans les plus grandes qu'on connoisse, sont celles des éléphans d'Afrique. Si, contre l'opinion de Cuvier, on prétend que le mastodonte n'est point un nouveau genre d'animal fossile (Voy. § 458), ce sera une nouvelle espèce fossile d'éléphant, et dans ce cas, on devra diviser le genre des éléphans en quatre espèces, dont deux vivantes et connues, savoir l'asiatique et l'africaine; et les autres deux inconnues et seulement fossiles, savoir, l'*éléphant-mastodonté* et l'éléphant de Sibérie ou *mammouth*. Remarquons que M.r le professeur Nesti, par suite de plusieurs observations anatomiques faites sur quelques mâchoires fossiles trouvées dans le Valdarno, croit qu'outre les deux espèces fossiles de l'éléphant primitif, il y en a deux autres également fossiles (Voy. son *Mémoire sur quelques os fossiles des mammifères qu'on trouve dans le Valdarno*, inséré dans le premier tome des *Annales du Muséum de Florence*). La découverte dont nous avons parlé dans la

première note de ce paragraphe, autorise à croire qu'il y a plusieurs espèces d'éléphans fossiles.

§ 467. D'après quelques phénomènes qu'on a observés, il y a lieu de penser que l'espèce de l'éléphant-mammouth de Sibérie est éteinte depuis peu de temps. Le poil très-épais dont cet animal est couvert, semble indiquer que la nature l'a destiné pour le climat boréal où probablement d'autres animaux gigantesques vivent tranquillement dans des régions inaccessibles à l'homme. Les récens voyages d'Hedenestrom et de Billing ont rendu très-probable l'existence d'un grand continent arctique au nord de la Sibérie, et c'est peut-être à ce continent qu'appartiennent ces grands quadrupèdes et ces oiseaux gigantesques dont les os mêlés avec ceux des grands cétacés, forment en grande partie le sol des îles de Laikoff. En effet, Pallas rapporte que dans quelques lieux de la Sibérie, on a trouvé des os d'éléphans qui conservaient encore quelques morceaux de chair et beaucoup de parties molles. Patapoff, capitaine de vaisseau russe, raconta à M.r Tilesio de l'Académie de Pétersbourg, qu'il avait vu déterrer à la plage de la mer Glaciale, un éléphant-mammouth avec sa peau couverte de poils, et il lui donna en même temps un faisceau de ces poils longs de 3 à 4 pouces, d'une couleur noir-rougeâtre, qui furent envoyés au célèbre Blumenbach de Gothingue (Voy. le tom. 5 des

Mémoires de l'Académie de Pétersbourg, imprimé en 1815). Il ne reste de l'éléphant de Patapoff que la mémoire qui en a été conservée par les naturalistes : on a été plus heureux relativement à la découverte d'un autre mammouth, faite par Schoumachoff, chef des Tungoos, en 1799, près de l'embouchure du fleuve Lena, au milieu d'un écueil de glace. Ce ne fut que cinq ans après, et lorsque la glace fut suffisamment fondue, qu'on put s'en approcher ; l'animal se trouvant alors débarrassé, tomba sur un banc de sable. M.r Adams de Pétersbourg informé du fait, se rendit sur les lieux, en 1806 ; et après avoir surmonté toutes les difficultés inséparables d'une pareille entreprise, il fit transporter à Pétersbourg le squelette, la peau, une partie des poils (quelques-uns étaient courts, fins, frisés comme la laine, et d'autres semblables à de longs crins), et enfin tout ce qui n'avait pas été dévoré par les ours et par les loups. Les défenses dont une avait 15 pieds et demi de longueur, étaient très-courbées en haut (Voy. le *Journal de Brugnatelli*, 6.e bimestre 1810, et le tome précédemment cité de l'Académie de Pétersbourg dans lequel on trouve non-seulement la figure de ce squelette qu'on conserve dans le Muséum impérial de cette ville, mais encore la description ostéologique de toutes les parties de l'animal). L'épais et long poil qui couvrait la peau de cet animal, démontre qu'il

était indigène des climats septentrionaux, et ce caractère joint à celui de la configuration des défenses et du crâne très-allongé, fait qu'on doit le rapporter à une espèce différente de l'asiatique et de l'africaine.

§ 468. *Rhinocéros.* Les os fossiles des rhinocéros sont encore communs. Si en Allemagne on compte plus de 200 éléphans fossiles, on y compte aussi plus de 30 squelettes de rhinocéros. Dans la collection de l'Administration des mines à Milan, il y a une tête de rhinocéros entière, bien conservée, avec ses deux mâchoires garnies de dents molaires, mais sans incisives qui y manquent naturellement. Cette tête fut trouvée avec d'autres ossemens fort gâtés du même individu, dans la même colline du Placentin où étaient les os, les défenses et les dents d'éléphans; et parmi ces os, on trouva aussi un humerus d'un autre rhinocéros incrusté d'huitres. On a pareillement découvert des os de rhinocéros dans le Valdarno supérieur (Voy. la *Lettre de Nesti sur quelques os fossiles de rhinocéros*, imprimée à Florence), et dans le territoire de Pérouse. Dans tous les ouvrages de géologie, on fait mention de ce rhinocéros décrit par Pallas, qui fut trouvé sur les rivages de la mer Glaciale à 30 pieds de profondeur, dans un endroit où le sol est toujours glacé. Ce cadavre était parfaitement intact; il s'était conservé avec la chair, les os, les muscles,

la peau et une partie des poils. Ce fait et les autres que nous avons rapportés dans le paragraphe précédent, démontrent que ces animaux furent surpris par les glaces au milieu desquelles ils périrent, autrement leur chair se serait putréfiée (1); mais un fait très-singulier, c'est que dans le pays d'Hanovre on a trouvé non-seulement beaucoup de cadavres d'éléphans et de rhinocéros, réunis dans une même caverne, mais en quelque sorte des familles entières de ces grands quadrupèdes rassemblées dans une même tombe. Dans le voisinage de la caverne de Scherzfeld, au pied de la montagne du Hartz, on a découvert les dépouilles de cinq rhinocéros fossiles, et comme les os des éléphans et des rhinocéros sont auprès des mêmes cavernes où l'on trouve les os des ours, des tigres, etc., il paroît probable que ces divers animaux vivaient simultanément

(1) Pallas a reconnu toute la force de cette raison. Il penchait d'abord vers l'hypothèse posée par Buffon, d'un changement de climat dans la Sibérie; mais d'après la découverte de son rhinocéros il écrivit que cet exemple lui avait fait changer d'opinion; car il démontre : *Subverti sententiam quam in priore tractatione ipse verisimiliorem existimaveram, quâque animalia quorum membra in istis terris hodie leguntur, ibidem habitasse, sed mutato utcumque terræ climate periisse asseritur.* (*In dissertatione de reliquiis animorum exoticorum*). Une grande masse de glace pourra conserver intact le corps d'un animal, mais si cet animal était mort dans un climat d'une température différente, ses chairs se seraient putréfiées dans très-peu de temps.

dans le cœur de la Germanie, et qu'ils étaient tranquilles possesseurs de cette partie de l'Europe.

§ 469. On reconnoît aujourd'hui trois espèces de rhinocéros vivans (1), savoir, 1.° les rhinocéros asiatiques qui ont une corne sur le nez, adhérente à la peau et toujours courbée en arrière. Leur peau fait de gros plis, et forme une espèce de caparaçon : ils sont pourvus de dents incisives ; 2.° les africains qui sont armés de deux cornes placées l'une derrière l'autre, ils manquent de dents incisives, et ont la peau parfaitement lisse et sans gros replis ; 3.° ceux de Sumatra qui ont deux cornes comme les africains, des dents incisives comme les asiatiques, et la peau mince,

(1) Les anciens ont été plus à portée que les modernes, de connoître les rhinocéros. Pline, liv. 8, chap. 20, et Strabon liv. 16, parlent du rhinocéros unicorne ; et Pausanias, liv. 9, décrit le rhinocéros bicorne. Le luxe des spectacles et des jeux populaires rendit très-fréquent le transport de ces animaux. Pompée, Auguste, Domitien, Antonin, Gordien, Héliogabale, etc., firent voyager les rhinocéros jusqu'à Rome. Cependant si les anciens eurent de fréquentes occasions d'observer le rhinocéros, leurs artistes ne représentèrent pas toujours cet animal avec l'exactitude convenable. Dans la célèbre mosaïque de Palestrine, l'animal au-dessous duquel est écrit le nom *rhinocéros* n'a point de corne, et à la place de cette corne, on lui a donné deux dents canines comme celles des sangliers. C'est ce qu'a écrit M.r Brocchi qui a examiné ce monument antique. On peut donc dire que M.r Faujas a été induit en erreur par les ouvrages des antiquaires qu'il cite, lorsqu'il dit dans ses *Essais de géologie*, tom. 1, pag. 199, que le rhinocéros à deux cornes était représenté dans cette mosaïque.

ouverte d'un poil court, noir et peu épais. On parlé de quelques autres espèces de rhinocéros, omme du *rhinocéros d'Abissinie* avec deux cornes lont la postérieure est remarquable par sa grande compression ; du *rhinocéros du Colonel Gordon*, ıvec deux cornes, vingt-huit dents molaires et ıne incisive de chaque côté en haut comme en bas ; et enfin du *rhinocéros simus* que Burchell a observé dans l'intérieur de l'Afrique méridionale : il a deux cornes, et sa grosseur excède de presque le double celle du rhinocéros décrit sous le nom de *rhinocéros bicornis*. Dans un des individus examinés par Burchell qui en tua dix, la tête séparée de la première vertèbre, était d'une pesanteur si énorme que quatre hommes ne purent la lever de terre, et qu'il eu fallut huit pour la mettre sur le chariot. Le principal caractère de ce rhinocéros consiste dans la forme tronquée et élargie du nez et de la lèvre supérieure (Voy. *Journal de physique*, août 1817). Mais avant de pouvoir considérer ces différens rhinocéros comme constituant des espèces distinctes, et non pas comme des variétés de trois espèces connues dont nous avons déjà parlé, il est nécessaire d'avoir des notices certaines sur la forme et le nombre des dents molaires, sur l'existence ou l'absence des dents incisives, notices qu'on désire encore. Quelle différence ne voit-on pas entre un petit chien bichon, un lévrier et

un boul-dogue anglais ? Cependant ce ne sont que des variétés d'une même espèce. Les observations anatomiques ont fait reconnoître entre le rhinocéros fossile appelé par Blumenbach *rhinocéros antiquitatis*, et les rhinocéros connus, des différences qui indiquent des espèces différentes. La peau garnie de poils du rhinocéros de Sibérie de Pallas, démontre une espèce différente des espèces vivantes, quoique la double corne dont Pallas reconnut des vestiges non équivoques semble le rapprocher de l'africain. Observons que dans la majeure partie des têtes de rhinocéros fossiles, outre les traces de la double corne, on remarque encore l'absence des dents incisives, circonstance qui accroît leur analogie avec l'espèce africaine.

§ 470. *Tapir.* Cet animal qui ne vit que dans l'Amérique méridionale, est le plus grand des quadrupèdes de ce pays. Il ressemble au porc, et parvient à la taille d'un bœuf de médiocre grandeur. Son museau est prolongé en trompe mobile et courte. Dans divers lieux de la France, on a déterré des dents et des os d'un animal qui devait approcher beaucoup du tapir, quoiqu'il ne fût pas précisément identique. L'examen de ces os a donné lieu de croire qu'il y a eu deux espèces de cet animal, distinguées par leur grandeur. Dans le cabinet de M.r De Drée, à Paris, on conserve deux têtes fossiles de tapir, trouvées

en France. L'une de ces têtes est très-grande; elle appartient à un individu appelé par M.r Cuvier, tapir gigantesque, à cause de la grandeur de sa tête qui égale celle de l'éléphant, mais dont la forme ne diffère point de celle du tapir: l'autre est d'une grandeur égale à celle du tapir ordinaire.

§ 471. *Élan*, espèce du genre des cerfs. Cet animal qui s'apprivoise, habite dans tous les climats septentrionaux de l'Europe, de l'Asie et de l'Amérique; il parvient à la grandeur du cheval: sa tête est armée de vastes bois qui consistent en une large empaumure garnie d'andouillers nombreux au bord extérieur. En Irlande, on trouve fréquemment les restes fossiles d'une espèce particulière d'élans inconnue, et qui diffère de l'espèce actuellement existante, par la structure de la tête, qui, dans l'élan fossile, est comparativement plus courte et moins forte que dans l'élan vivant, et par la grandeur et la configuration de ses bois qui ont quelquefois douze pieds d'envergure, et dont l'empaumure va en s'élargissant par degrés, en prenant la figure d'un éventail, tandis que celle de l'élan vivant est plus large à sa partie inférieure, et se rétrécit vers le haut (Voy. *Nouveau Dictionaire d'histoire naturelle*, art. *cerf fossile*). M.r Cuvier a trouvé dans d'autres parties de l'Europe, quelques restes analogues à l'espèce maintenant perdue de l'élan

d'Irlande ; et ces fossiles ne sont pas rares dans l'Italie supérieure. M.r Brocchi fait mention d'un crâne sans bois, trouvé dans le Pavesan, au-delà du Pô, qu'on conserve au Muséum de l'Université de Pavie ; d'un autre crâne trouvé au voisinage de Voghera, qui est maintenant dans le Muséum de Turin ; et enfin d'un troisième crâne trouvé sur les bords du Lambro, près de Lodi *Vecchio*, auquel manque la partie inférieure ; ses bois sont mutilés : M.r le docteur Villa de Lodi en est le possesseur.

CHAPITRE LXXX.

Os fossiles de quadrupèdes qui probablement appartiennent à des espèces connues.

§ 472. *Hippopotame.* Les os fossiles de l'hippopotame trouvés dans quelques endroits de la France et de l'Italie, indiquent en quelque sorte une espèce semblable à la seule qu'on connoisse vivante vers les fleuves de l'intérieur de l'Afrique méridionale qui en sont peuplés. Marsden dit qu'il y a aussi des hippopotames dans l'île de Sumatra, et plusieurs auteurs ont écrit qu'on en trouve dans le voisinage du Nil; mais M.r Cuvier assure que les savans français de l'expédition d'Égypte ayant remonté le Nil jusqu'au-delà de Sienne, ne rencontrèrent pas un seul hippopotame. Cet animal est très-informe; sa grandeur ressemble un peu à celle du bœuf, et son corps épais et massif est soutenu par des jambes courtes. Il nage et marche sous l'eau, et lorsqu'il est parvenu au terme de sa croissance, il pèse au moins 3500 livres de 16 onces. M.r Cuvier a observé une autre espèce d'hippopotame fossile absolument semblable à celle-ci, mais qui en diffère seulement par sa stature, étant beaucoup plus petite, et à peu près égale au sanglier. On

dirait qu'elle est une copie en miniature de la seule espèce connue. M.r Faujas a prétendu que parmi les os fossiles des quadrupèdes, on n'a jamais trouvé ceux de l'hippopotame; mais les observations de M.r Cuvier ont démontré le contrarie. Les os de cet animal ne sont rien moins que rares parmi les fossiles du Valdarno, en Italie. M.r le professeur Targioni conserve deux dents d'hippopotame données à son père, avant 1770, et une mâchoire inférieure qui bien qu'elle ne soit pas entière, a néanmoins plusieurs dents molaires. Une autre mâchoire également inférieure, a été acquise dans Florence, par M.r Rüppel, de Francfort. Enfin M.r le professeur Nesti m'a communiqué la notice suivante: « On a trouvé » dans le Valdarno supérieur beaucoup d'os » d'hippopotame, et maintenant il existe dans le » Muséum, non-seulement un squelette entier, » mais plusieurs os appartenant, ce me semble, » à onze individus différens. »

§ 473. Dans les tourbières de France et d'Irlande, on rencontre parfois de grandes cornes avec le crâne : ces cornes ressemblent à celles du bœuf, mais elles en diffèrent par la grandeur qui est beaucoup plus considérable. Les tourbières d'Amérique contiennent aussi de pareilles dépouilles, quoique avant l'arrivée des Européens il n'y eût point de bœufs semblables aux nôtres. En Sibérie, on trouve encore avec les os d'éléphans et de

hinocéros, des cornes et des os de deux grandes spèces de bœufs. Dans la plaine de la Lombardie ui renferme beaucoup de couches de tourbe, es os et ces cornes fossiles sont très-fréquens, t l'on en conserve un bel exemplaire à Milan, ans l'excellente collection de mon respectable mi, M.r Isimbardi. Comme cet échantillon est ès-précieux à cause de sa beauté et de sa par- ite conservation, quoiqu'on ignore les circons- ances du lieu où il a été trouvé, je crois qu'il nporte d'en faire connoître les dimensions.

Circonférence de la base de l'os de la corne, 4 pouces.

Distance entre les deux extrémités entières es cornes, 43 pouces, 3 lignes.

Largeur de l'os frontal prise entre la base es deux cornes, 14 pouces, 6 lignes.

Distance d'une orbite à l'autre, 14 pouces, lignes.

Longueur des os des cornes prise selon leur ourbure, 19 pouces, 6 lignes.

La direction des cornes s'approche beaucoup le l'horizontale, formant une légère courbure avec es pointes retournées en dessus. Cet échantillon st semblable à celui qui existe dans le Muséum le Paris, et dont M.r Faujas a donné la des- ription, pag. 343, de ses *Essais de géologie*; mais s dimensions en sont plus grandes.

§ 474. En lisant ce qui a été écrit sur les différentes espèces de bœufs, tant par les auteurs anciens, que par quelques auteurs modernes, on est fort embarrassé pour déterminer avec quelque précision les espèces de ce quadrupède; et cette incertitude provient d'une nomenclature trop variable. Les anciens ont donné différens noms aux diverses espèces de bœufs, savoir, ceux de *bubalus*, *bison*, *urus* et *bonasus*. Le *bubalus*, selon la commune opinion, est notre *buffle* dont M.r Cuvier distingue deux espèces, savoir, la fossile que jusqu'à présent on n'a trouvée qu'en Sibérie, et qui probablement était contemporaine des éléphans, rhinocéros, mastodontes, etc.; et celle du buffle commun dont une variété est le buffle à grandes cornes dit *arnis*. Pline distingue le *bison*, le *bonasus* et l'*urus*, puisque dans le liv. 8, chap. 15, il dit que la Germanie produisait *insignia boum ferorum genera : jubatos bisontes, excellentesque et vi et velocitate uros*. En parlant ensuite du *bonasus*, il ajoute: *equina juba, cœtera tauro similem*. Cependant selon Pallas, le *bonasus* est le même que l'*urus*, et plusieurs naturalistes pensent que *bonasus*, *bison* et *urus* sont trois synonymes ou trois diverses dénominations qui se rapportent à la seule espèce indiquée par le nom d'*urus*, laquelle existe encore dans les forêts de la Lithuanie, de la Pologne, de la Russie, et dans quelques parties des monts Carpathiens: de cette

ɔèce paroissent être provenus nos bœufs mo-iés par l'état de domesticité. Dans l'Amérique ɔtentrionale, il y a une espèce de grand bœuf ɪvage dont le cou et le poitrail sont couverts ıne épaisse crinière, et qu'on a appelé *bison ıéricain.* Il existe une autre espèce différente ıns le Canada, nommée *bos moschatus.* Quant ıx os fossiles des bœufs, quelques-uns se rap-ortent à l'espèce perdue du *buffle* de Sibérie; ıutres à l'*urus*; d'autres enfin à une espèce *buffle*, à cornes rapprochées, analogues au *s moschatus* du Canada.

§ 475. *Sanglier* et *cheval.* Les tourbières et les tres terrains formés de dépositions récentes, ıs présentent les restes fossiles de sangliers i ne diffèrent aucunement de leur analogue ant, comme aussi les os fossiles de chevaux on ne saurait distinguer de ceux des individus ore vivans, quoiqu'on les trouve mêlés avec les d'éléphans et d'autres grands quadrupèdes dont espèces n'existent plus. On pourrait croire e l'homme à mesure qu'il s'est propagé et ıltiplié, a détruit les espèces des éléphans, mastodontes, des rhinocéros, etc., comme s animaux trop grands consommateurs, et dont ıelques-uns étaient trop difficiles à subjuguer ı peu utiles à ses besoins, tandis qu'il a con-rvé le cheval parce qu'il consomme moins, qu'il st plus facile de le soumettre au commandement,

et qu'il est plus propre aux usages domestiques. Peut-être les éléphans auraient-ils eu le même sort, si les besoins de l'existence de l'homme, et le peu d'étendue du sol dans quelques contrées en proportion de sa multiplication, l'avaient permis.

§ 476. *Ours*, *tigres*, *lions*, *hiènes*. Il y a en Allemagne plus de douze cavernes qui contiennent les os de ces animaux dont la réunion est un problème très-singulier. Il semble qu'ils se soient accordés entr'eux pour aller déposer leurs dépouilles dans ces endroits, comme certains gros animaux marins, spécialement du genre des veaux marins et des triceques qui se sentant près de mourir, se retirent dans quelques grottes sous-marines qui leur servent de tombeau. Blumenbach ayant observé quelques-unes des cavernes dont nous venons de parler, et la situation des os qu'on y trouve, s'est convaincu qu'ils n'y ont été transportés ni par les hommes, ni par les inondations; et en cela, son opinion est conforme à celle de De Luc qui pensait que ces cavernes furent autrefois la tombe des quadrupèdes dont on y voit les dépouilles. Par instinct, les animaux, lorsqu'ils se sentent attaqués de quelque maladie, se retirent dans les grottes ou dans des lieux cachés, et de là vient principalement qu'on ne trouve jamais les cadavres des ours, des lions, des tigres, etc., exposés au grand air, si l'on excepte le cas où l'animal a été surpris par quelque

accident ; et si ce cas arrive, après la putréfaction des chairs, les os ne tardent pas à se décomposer. L'anatomiste Hunter ayant reçu quelques-uns de ces os fossiles trouvés dans la caverne de Bareith, observa que leur tissu n'était point pétrifié, mais qu'il était vraiment osseux et seulement incrusté d'une substance terreuse, surtout calcaire. Suivant les recherches de M.r Cuvier, les os les plus fréquens dans ces cavernes, appartiennent au genre de l'ours ; mais les crânes et les os les plus grands présentent des différences qui doivent les faire regarder comme provenant d'une espèce différente de celles qui ont été décrites jusqu'à présent par les naturalistes. M.r Cuvier a caractérisé cette espèce par le nom d'*ours des cavernes :* cet ours devait être de la grandeur de nos chevaux. Il importe de faire observer que le terreau qui couvre depuis des milliers d'années, ces cavernes, exhale encore aujourd'hui dans quelques saisons, des mofettes ou mélanges gazeux d'hydrogène et d'azote, qui s'élèvent vers la voûte des souterrains. Laugier dans le terreau de la grotte de Maggendorf, a trouvé, outre les phosphates calcaires, un dixième de matière animale.

CHAPITRE LXXXI.

Des brèches osseuses et des antropolites.

§ 477. Dans quelques plages de la Méditerranée distantes entr'elles de quelques centaines de milles, savoir, à Gibraltar, à Terruel en Aragon, à Cette, à Antibes, à Nice, en Corse, le long de la côte de la Dalmatie, et enfin dans l'île de Cerigo, on a trouvé des os dans des substances terreuses et pierreuses. Quelques roches, dit M.r Cuvier, très-éloignées les unes des autres, mais formées de la même pierre, sont fendues dans diverses directions : leurs fentes sont remplies d'une concrétion entièrement semblable, qui enveloppe des os et des fragmens de pierres; et dans toutes ces roches, tant les morceaux de pierre que les os sont à peu près les mêmes. Le ciment qui unit les diverses parties de ces brèches, est une terre calcaire mêlée avec une argile couleur de brique ; et il est à remarquer que ces conglomérats sont accompagnés de coquilles terrestres. Dans la Bibliothèque britannique, tom. 10, on lit une description très-instructive de la montagne de Gibraltar, description dont nous allons prendre ce qui a rapport au phénomène que nous examinons, vu que ce qui a lieu à

Gibraltar, se répète dans les autres endroits que nous avons indiqués. Dans la face occidentale, près de la base, on voit quelques bancs d'une nature différente de celle de la roche calcaire dont la montagne est presque entièrement formée, savoir, quelques bancs de terre ferrugineuse d'un brun-noirâtre; un banc de quartz noir-bleuâtre, dans les fentes duquel on trouve de très-beaux cristaux de quartz sans couleur et parfaitement transparens, le plus souvent adhérens à la roche par l'une des faces du prisme. Mais l'objet le plus intéressant est celui des os fossiles. Dans les fentes verticales de la roche, et dans quelques-unes de ses cavernes qui toutes, ainsi qu'on le voit évidemment, ont communiqué avec la sommité, on trouve une concrétion calcaire d'un brun-roussâtre et ferrugineux; sa fracture est terreuse et assez dure. C'est dans cette substance que sont renfermés des os de différentes dimensions, disposés dans toutes les directions, et mêlés avec des fragmens de coquilles de limaçons et des particules spathiques. Ces os ne présentent aucun indice de véritable pétrification, et le changement qu'ils ont pu subir, les fait seulement ressembler aux substances qui ont été calcinées.

§ 478. Des observations faites sur un grand nombre d'échantillons de ces curieuses brèches, provenant de divers lieux de l'Europe, il résulte,

1.° que de pareilles brèches osseuses n'ont été produites ni dans une mer tranquille, ni par une irruption de mer; 2.° qu'elles sont postérieures au dernier séjour de la mer sur nos continens, puisqu'on n'y observe aucune trace de coquilles marines, et qu'elles ne sont point couvertes d'autres couches; 3.° que les os et les fragmens de pierre qu'elles contiennent, sont successivement tombés dans les fentes des roches, à mesure que le ciment qui unit les divers corps, s'y introduisait; 4.° que presque toutes les pierres proviennent de la roche même dans les fentes de laquelle les brèches se sont formées; 5.° que tous les os dont il a été possible de déterminer l'espèce, appartiennent à des animaux herbivores qui forment le plus grand nombre des animaux connus et de ceux qui existent dans le lieu, comme bœufs, moutons, lièvres, ânes, chevaux, etc. La formation de ces brèches est donc moderne en comparaison des grandes couches pierreuses régulières, et même de ces couches mobiles qui contiennent des os d'animaux inconnus: malgré cela, elle est très-ancienne relativement à nous, puisque nous n'avons aucun indice qui puisse nous porter à croire que de telles brèches se forment encore aujourd'hui, et que quelques-unes, comme celles de Corse, renferment des dépouilles d'animaux inconnus.

§ 479. Quelques naturalistes ont considéré ce phénomène comme l'un des effets produits par l'irruption de la mer Noire et de la mer Caspienne dans la Méditerranée. Je laisse aux érudits le soin de rechercher l'époque de ce grand événement que quelques-uns rapportent à la retraite générale et soudaine du vaste océan, et qu'ils considèrent par conséquent comme un phénomène antérieur non-seulement aux temps historiques, mais encore à l'existence de l'espèce humaine, tandis que d'autres, peut-être avec beaucoup plus de probabilité, pensent que l'espèce humaine existait déjà lorsque ce même événement eut lieu, et qu'il appartient à une époque qui n'est pas fort éloignée des temps historiques. Il me paroît que M.r Dureau de la Malle, le fils, a démontré dans son savant ouvrage, intitulé *Géographie physique de la mer Noire*, que l'événement dont il est ici question, indiqué sous le nom de *déluge de Deucalion*, arriva environ 1500 ans avant notre ère. Je ne crois pourtant pas qu'on doive attribuer à cet événement l'origine des brèches osseuses, puisque comme nous l'avons déjà dit, il n'y a aucun indice que la mer ait coopéré à leur formation; et comme à l'époque de ce déluge, il dut périr un grand nombre d'hommes, leurs os devraient se trouver mêlés avec ceux des animaux, vu que les analyses chimiques ne nous indiquent point qu'il existe quelque

différence entre les uns et les autres. En effet, les os humains se conservent comme ceux des animaux, lorsqu'ils se trouvent dans les mêmes circonstances; et en Égypte, on ne remarque aucune différence entre les momies humaines et celles des animaux. Une foule d'observateurs très-éclairés ont examiné avec le plus grand soin les brèches osseuses, et ils n'ont pu y reconnoître le moindre vestige d'os humains, ce qui porte a croire que les hommes ne furent point enveloppés dans la catastrophe qui ensevelit tant de diverses espèces d'animaux.

§ 480. Avant que l'étude de l'anatomie comparée ne fût portée à ce degré de perfection auquel elle est parvenue de nos jours, on considérait les os des brèches dont il s'agit ici, comme des os humains; et plusieurs savans naturalistes sont tombés dans cette erreur: mais il paroît démontré que parmi les os que renferment ces brèches, il n'y en a point qui aient appartenu à l'espèce humaine dont les dépouilles ne se sont jamais trouvées en l'état de fossiles, dans les couches terrestres même superficielles, puisqu'on ne peut pas regarder comme fossiles les os des cadavres qui ont été découverts dans d'anciens cimetières ou dans des mines abandonnées. J'ai examiné le cadavre qu'on dit pétrifié, et qu'on conserve à Rome, dans la *villa Ludovisi*, cadavre qui fut donné à un Pape de cette famille, par

un Roi de Portugal; et j'ai vu que ce n'est autre chose qu'un groupe d'os humains, incrustés d'une stalactite calcaire fibreuse. Autant doit-on en dire de la fameuse tête humaine pétrifiée qu'on montre dans le Muséum de Londres, et que Blumenbach a reconnu n'être qu'une incrustation. M.r le professeur Catullo dans ses *Observations sur les monts qui environnent le district de Bellune*, publiées en 1818, a donné la description d'un crâne humain incrusté d'un enduit d'albâtre calcaire de 5 lignes d'épaisseur. Les mâchoires conservent une partie des dents qui sont seulement couvertes d'une couche très-blanche de chaux carbonatée, et les alvéoles mis à découvert avant que l'incrustation s'effectuât, sont remplis de la même substance calcaire. Près de la suture de l'os coronal où le crâne est un peu fracturé, on voit que l'os n'a subi aucune altération. Ce morceau fut trouvé dans une grotte d'Alep en Sirie, et est possédé par M.r le Comte Dei de Feltre. Il est arrivé souvent que les galeries des mines venant à crouler, ont écrasé quelques hommes dont les ossemens ont été retrouvés fort long-temps après. Pallas en a vus dans les mines de la Sibérie; et dans celles de Freyberg, de la Suède et du Derbyshire, on a aussi rencontré des squelettes humains minéralisés. Dans des temps fort éloignés, les matières vomies par les volcans, ont enseveli beaucoup d'individus de l'espèce humaine. Sans parler des

cadavres qu'on retire des fouilles de Pompeïa, qui pourrait déterminer depuis combien de siècles gisait dans le tuf volcanique, ce squelette que l'architecte Vanvitelli trouva à 76 pieds de profondeur, en posant les fondemens de l'aqueduc de Caserte, à la base du mont Longano? Quelquefois on a attribué à l'espèce humaine les têtes de quelques animaux; comme cela est arrivé au sujet du célèbre *antropolite* du Muséum de Harlem, appelé par Scheuczero, *homo diluvii testis*, et que M.r Cuvier a reconnu être une pétrification appartenant, non à un homme comme le croyait Scheuczero, ni à un poisson comme quelques modernes l'ont conjecturé; mais à une grande espèce inconnue du genre *proteus* ou salamandre à branchies permanentes.

§ 481. Les antropolites les plus célèbres sont ceux qui ont été trouvés dans l'île de la Guadeloupe. L'un de ces antropolites transporté à Londres par l'amiral Cochram et donné au Muséum britannique, est le sujet d'un savant Mémoire de M.r Charles Konig. Le massif de rocher d'environ 8 pieds de longueur sur un et demi de grosseur, pèse presque quatre mille livres. Sa forme irrégulière approche de celle d'un ovale aplati, avec quelques concavités dont la plus grande correspond à la place que devait occuper l'os d'une cuisse. La position du squelette dans la masse pierreuse était si superficielle que

probablement sa présence fut indiquée par la projection de quelques parties plus relevées de l'avant-bras gauche. Malheureusement le squelette est privé du crâne qui par sa configuration aurait pu indiquer si l'individu appartenait aux caraïbes (Voy. la *Crânologie de Blumenbach*, 1.e décade). Mr Konig a décrit anatomiquement tous les os entiers et rompus de ce squelette, tant ceux qui se trouvent dans leur position naturelle, que ceux qu'on voit disloqués. Je me bornerai à faire observer qu'on peut suivre la colonne vertébrale dans toute sa longueur ; qu'il ne manque aucune des sept côtes véritables du côté gauche, mais qu'on ne peut distinguer que trois des fausses côtes ; que le radius du bras gauche existe dans toute sa longueur ; et que tout le métacarpe de la main gauche est déployé ainsi qu'une partie des os des doigts. On distingue la partie supérieure de l'os sacrum ; l'os ilium gauche est presque entier, et les os pubis bien que très-prononcés, se perdent graduellement dans la masse de la pierre. Les os de la cuisse et de la jambe du côté droit sont bien conservés. Lorsque ces os furent mis à découvert, on aurait dit qu'ils allaient se réduire en poudre, et qu'il était impossible d'en détacher la pierre qui les environnait sans endommager leur superficie; mais après avoir resté pendant quelques jours exposés à l'air, ils acquirent assez de dureté. Mr Davy ayant

analysé quelques petits morceaux de ces os, trouva qu'ils contenaient une partie de leur matière animale et tous leurs phosphates de chaux : il suit de là qu'on ne peut pas dire qu'ils soient pétrifiés, et qu'il paroît au contraire qu'ils ne sont qu'incrustés et enveloppés. La pierre qui les renferme est très-dure ; elle se dissout entièrement et sans laisser de résidu dans l'acide nitrique affoibli, et elle est principalement composée de particules calcaires de corps marins, parmi lesquels on distingue plusieurs coquilles. Ceux qui désirent une description plus détaillée de cet antropolite, peuvent consulter le *Journal de physique*, tom. 79, où l'on en donne encore la figure.

§ 482. Le général Ernouf fut le premier qui fit connoître les squelettes humains de la Guadeloupe, dans une lettre écrite à M.r Faujas de S.t Fond et insérée au tom. 5 des *Annales du Muséum* pour l'an 1815, où il est dit que les squelettes sont enveloppés dans des masses de madrépores pétrifiés. La-Métherie croit que le massif transporté à Londres, était un de ceux que le général Ernouf avait fait préparer pour le Muséum de Paris. Dauxion Lavaysse dans son *Voyage aux îles de la Trinité*, *de Tabago*, etc., imprimé en 1813, dit qu'ayant séjourné quelque temps à la Guadeloupe, il y fit faire des fouilles pour son propre compte, et qu'il retira de ces fouilles, des têtes, des bras, des jambes et des fragmens d'épines dorsales. Il

observe que tous ces antropolites sont placés dans la direction de l'est a l'ouest, suivant l'aucienne coutume des Asiatiques et des Américains. Il trouva encastrés dans la pierre à côté des squelettes, quelques instrumens semblables a ceux dont les sauvages se servent encore. Enfin il croit que ce sol fut autrefois un cimetière qui par l'effet du temps ou d'autres circonstances se changea en une roche calcaire qui contient du quartz blanc à petits grains. Cette dernière observation ne concorde point avec ce qui dit M.r Konig, puisque si cette pierre calcaire est entièrement soluble dans l'acide nitrique, elle ne peut pas contenir des particules quartzeuses. En comparant les relations de ce phénomène données par Ernouf, Lavaysse et Konig, on voit qu'il y a des circonstances qui mériteraient d'être mieux examinées. Konig veut que la pierre soit d'une autre nature que le travertin ou tout autre dépôt calcaire chimique de cette espèce : elle pourrait donc être une de ces roches calcaires, fabriquées par les madrépores et les zoophites qui quelquefois parviennent à former des îles entières. Autant qu'on peut juger d'une substance qu'on n'a point vue, je penchais à croire que la pierre dont il est question, devait être assimilée au travertin, puisque la roche qui renferme les cadavres, se trouve au voisinage d'un volcan demi-éteint, dit la solfatara de la Guadeloupe; et que les

émanations du gaz hydrogène sulfuré avec le concours de l'eau et de la matière calcaire des corps marins, peuvent produire le travertin, comme on le voit dans tous les lieux où il y a des eaux sulfureuses. On m'avait encore assuré que l'opinion commune des naturalistes de Londres est que la pierre que Cochram fit transporter, présente tous les caractères d'un véritable travertin. Elle pouvait différer du travertin commun en ce que celui-ci s'étant formé dans des eaux douces, contient des coquilles fluviatiles et terrestres, tandis que le travertin de la Guadeloupe renferme des fragmens de corps marins, parce que sa production a eu lieu à la plage de la mer. Mais voici comme s'explique sur ce sujet le savant rédacteur du *Journal de physique* pour le mois d'août 1817, pag. 181: « Nous avons, dit-il, vu et étudié » avec soin dans le Muséum britannique, à Londres, le squelette fossile et la roche qui le contient, et M.r le docteur Leach a bien voulu nous » donner plusieurs échantillons de celle-ci. C'est » évidemment une pierre factice ou roche agrégée, composée d'un très-grand nombre de petits » grains calcaires, fragmens de coraux, de coquilles agglutinées par un ciment également » calcaire, probablement fort analogue à celle » dont parle Spallanzani sous le nom de pierre » de Messine... Elle n'a en effet presque aucun » rapport avec le *travertino* qui comme toute

» pierre de formation d'eau douce est formée » par un dépôt de molécules très-fines préala- » blement suspendues dans un fluide, ce qui » produit nécessairement un grain fin, homogène, » comparable à la craie factice. » Je me range bien volontiers à l'opinion de ce savant, puisque cette opinion confirme de plus en plus celle que la formation de la pierre qui contient les antropolites, est très-récente (Voy. ce qui a été dit dans le § 321 sur la production de la pierre de Messine). On a encore parlé d'un squelette humain trouvé enchassé dans la pierre calcaire du Maryland à la distance d'environ 20 lieues de Chesapeak. Lorsque le *Journal de physique*, tom. 61, donna la notice de cette découverte, il promit d'en publier les circonstances, mais j'ignore si cette promesse a eu son effet. Il faudrait avant tout, connoître la nature de la pierre calcaire dont on parle. De tout ce qui vient d'être dit, je concluds qu'il résulte des observations faites jusqu'à ce jour, que non-seulement les couches solides et pierreuses de l'antique mer, mais même les terres mobiles qui contiennent des os d'éléphans, de rhinocéros, etc., n'ont présenté des os humains fossiles dans aucune des parties connues de la superficie terrestre.

CHAPITRE LXXXII.

Des substances végétales fossiles.

§ 483. Les empreintes des végétaux abondent dans le règne fossile, comme dans quelques schistes calcaires du Bolca, et dans les schistes argileux qui recouvrent les mines de charbon fossile. Quelques-unes de ces empreintes appartiennent à des plantes inconnues, d'autres ont quelque ressemblance avec les fougères américaines ou avec les palmiers, ou encore avec les cannes à sucre. Jussieu a reconnu que les empreintes des plantes si fréquentes près de S.t Chaumont dans le Lyonnais, appartiennent généralement à des plantes exotiques, qui non-seulement ne se trouvent point soit dans le Lyonnais, soit dans tout le reste de la France, mais qui semblent encore ne végéter que dans les Indes orientales. On trouve quelquefois les substances végétales dans leur état naturel, mais enveloppées et comprimées par des matières terreuses et pierreuses, telles que ces feuilles qu'on découvre fréquemment dans les couches de gypse des collines de la Stradella, où commencent les Apennins de la Ligurie, vers Pavie. Nous aurons occasion de parler ailleurs de ce singulier herbier fossile trouvé par

M.r Faujas au-dessous d'une très-grande masse de lave. Les couches les plus profondes de la colline de gypse située au nord de Paris, ont présenté plusieurs fois de troncs de palmiers agatisés, d'un volume considérable (Voy. *Journal des mines*, mars 1814). Les végétaux fossiles, sous divers états, se montrent très-fréquemment dans les roches des environs de cette capitale, et l'on a observé que ceux qui sont agatisés et qui gisent dans le calcaire marin, sont souvent piqués par le vers marins, ce qu'on ne voit point dans ceux que renferme le gypse. Sur les bords du Necker, près de Claustad, on a observé une forêt entière composée de palmiers qui à présent ne végètent point dans ce climat: les arbres sont couchés, entiers et ont jusqu'à 2 pieds de diamètre. Une autre forêt fossile de sept lieues d'étendue a été trouvée sur les côtes de la Bretagne, près de Morlaix; et Correa de Serra a observé le même phénomène sur les côtes de l'Angleterre. Je ne m'étendrai pas davantage sur un sujet auquel je serai obligé de revenir; je remarquerai seulement que quelquefois on est tombé dans l'erreur en prenant pour des empreintes de végétaux, certaines impressions produites dans les pierres par quelque émanation métallique spécialement de fer ou de manganèse; telles sont ces arborisations appelées dendrites qu'on voit dans plusieurs cailloux de l'Arno, dans différentes pierres calcaires

scissiles, et dans plusieurs agates dites à cause de cela, arborisées, pourvu qu'elles ne soient point de celles dans lesquelles l'art a su suppléer au défaut de la nature.

§ 484. Parmi les substances végétales fossiles, l'ambre et le caoutchouc méritent une mention particulière. L'ambre célèbre chez les anciens (1) sous le nom d'*electrum*, et qui par la propriété qu'il a d'attirer à lui les petits corps légers, lorsqu'il est frotté, a donné son nom à l'une des plus belles et des plus intéressantes parties de la physique moderne, se trouve en divers lieux soit des plages de la mer, soit du continent, enseveli tantôt dans des terrains d'alluvion, comme au territoire de Bologne, tantôt dans les mines de charbon fossile à plus de 30 pieds de profondeur (Voy. Thomson, *Système de chimie*, tom. 7, pag. 320), et tantôt dans les tourbes pyriteuses, comme celle dont M.r Faujas fait mention, et

(1) Pline dans les chapitres 2 et 3 du livre 37, traite fort au long de l'ambre, et nous transmet les connoissances en partie vraies, et en partie fabuleuses, qu'on avait de son temps sur la nature de cette substance. Il nous raconte encore que le luxe excessif des anciens Romains était parvenu au point qu'on employait jusqu'à profusion dans les décorations des amphithéâtres publics, et même dans les instrumens de mort, une substance si précieuse qu'elle pourrait servir aujourd'hui d'ornement aux cabinets de luxe; et il nous apprend enfin que les paysannes des campagnes arrosées par le Pô, mettaient pour parure à leur cou, une matière à laquelle les dames les plus riches et les plus élégantes attachent maintenant un grand prix.

qu'on rencontre dans le département de l'Aisne. Au milieu de ce banc d'argile plastique ou de terre à potier, qu'on trouve superposé à la craie, mais placé au-dessous du calcaire grossier (pierre à bâtir) dans les environs de Paris, au milieu, dis-je, de ce banc d'argile, on a rencontré en plusieurs endroits, des bois fossiles ou lignites, accompagnés d'ambre jaune ou succin, sans insectes. Crell (Voy. *Journal de physique*, tom 39, pag. 365), en parlant du grand amas de bois fossile de la Prusse ducale, remarque qu'on y pratique des puits et des galeries où l'on trouve l'ambre en quantité assez considérable. Il ajoute qu'il descendit dans l'un de ces puits qui avait 98 pieds et demi de profondeur, et était distant de la mer d'environ 200 pieds, et qu'il reconnut que l'ambre est encastré entre deux salbandes de charbon ligneux. Les caractères qu'on observe dans cette substance, obligent à la ranger dans la classe des matières bitumineuses concrètes, puisqu'échauffée au contact de l'air, elle s'allume, produit une flamme jaunâtre, mélangée de bleu et de vert, et accompagnée d'une fumée fort épaisse et très-odorante. L'analyse de cette substance démontre qu'elle est formée d'une grande quantité d'huile combinée avec un acide et qu'elle contient aussi quelque atome de fer, et une très-petite quantité de terre dont on n'a pas encore déterminé la nature. Les insectes que l'ambre

renferme fort souvent, et qui ne sont point propres des pays dans lesquels on le recueille (1), indiquent sa fluidité originaire, comme Pline l'avait encore observé. Ces insectes contenus dans l'ambre, et l'observation que près de cette substance, et souvent avec cette même substance, on trouve le bois fossile, rend très-probable l'opinion de ceux qui prétendent qu'elle doit son origine à la transsudation du suc résineux, de quelque plante aujourd'hui inconnue, et qui si elle se trouve si fréquemment dans la mer, c'est parce que les eaux, après avoir parcouru la superficie terrestre, se retirent dans ce réservoir commun, transportant avec elles toutes les substances légères (2). Du reste, si l'on considère que l'ambre

(1) L'ambre des plages de la Baltique, qui est celui qu'on trouve dans les contrées les plus septentrionales de l'Europe, renferme le plus souvent des insectes qui sont propres des pays les plus chauds.

(2) Nous avons dit ci-dessus que dans le territoire de Bologne, on trouve fréquemment l'ambre fossile, ce qui pourrait porter à croire que la plante de laquelle il distillait, existait autrefois en Italie. De là, on ne doit pas être supris si l'ambre s'est trouvé, toutefois bien que rarement, parmi les produits marins du Bolca. MM.^s les Comtes Gazola et Lazize de Vérone si zélés pour l'histoire naturelle de leur patrie, possèdent des échantillons de cette substance. Si cependant on ne peut pas révoquer en doute la découverte de l'ambre jaune ou succin parmi les ichtyolithes du Bolca, on doit du moins regarder comme un songe ce qu'un naturaliste a écrit sur la découverte de l'ambre gris dans la même contrée. On peut voir à cet égard l'édition faite à Vérone, en 1794, des *Lettres de Testa et de Fortis sur les poissons fossiles*

se trouve également dans les climats froids du Nord et dans ceux dont la température est fort élevée, comme la Sicile (1) et les Indes, on sera convaincu que la plante dont il est distillé, était de nature à pouvoir s'adapter à tous les climats ainsi que le pin. Quelques-uns ont pensé que cette substance résineuse a souffert dans la terre quelque modification particulière, ce qu'on ne peut concilier avec l'intégrité des formes et des parties les plus délicates des insectes qui y sont renfermés. Dans les mines de Bovey, au Devonshire en Angleterre, on a trouvé une substance combustible, configurée en petites masses disséminées dans du bois bitumineux: par quelques-uns de ses caractères, elle semble tenir de l'ambre opaque; mais M.r Hatchett n'a pu en retirer l'acide succinique. Il paroît que c'est un mélange naturel

---

du Bolca, avec les notes de M.r le Comte Gazola qui combat l'opinion de l'existence de l'ambre gris dans le même territoire; ce qui ne serait pourtant pas un phénomène bien singulier, vu la quantité des cétacés qui fréquentaient autrefois ces mers, et dont on trouve les os enterrés (Voy. § 450). Ajoutons qu'il est prouvé aujourd'hui que l'ambre gris est une concrétion qui s'est formée dans l'estomac ou dans la vessie, ou bien dans les intestins d'un cétacé.

(1) Parmi les divers échantillons d'ambre contenant des insectes, qu'on tire de la Sicile, il y en a quelquefois de ceux qui ont été fabriqués avec la gomme copale. Il est facile de reconnoître l'imposture en plongeant pendant quelques instans l'échantillon douteux dans l'esprit de vin, parce que s'il est de gomme copale, on aperçoit aussitôt les traces de la solution.

de résine et de bitume, et c'est à cause de cela qu'on lui a donné le nom de *retinasphalte* (Voy. Lucas, *Tableau des espèces minéralogiques*, part. 2.ᵉ, pag. 258).

§ 485. L'autre substance végétale que quelques naturalistes ont cru pouvoir compter au nombre des substances végétales fossiles, est le *caoutchouc* connu sous le nom de *gomme élastique*. Cette matière bitumineuse qui coule de quelques plantes qui végètent dans la zone torride, a été prise pour la même qu'on trouve sous terre à la profondeur de 450 pieds, dans le sein des montagnes de l'Angleterre septentrionale, savoir, dans les mines du Derbyshire, situées dans un pays calcaire coquillier (Voy. *Annales du Muséum d'histoire naturelle de Paris*, tom. 1). Ayant eu occasion d'examiner beaucoup d'échantillons de ces mines, j'ai observé que le bitume est tellement mêlé avec la galène, avec le spath fluors et calcaire, et avec le sulfate de baryte, que sa formation doit avoir eu lieu en même temps que celle de ces autres substances. Si l'on veut que ce bitume soit venu du Brésil, qu'il ait été transporté par quelque cataclysme, et qu'il ne se soit pas formé dans les filons où on le trouve aujourd'hui, il faudra donc aussi faire voyager du Brésil en Angleterre, la galène, les spaths calcaires, fluoriques et barytiques. En outre, les bitumes fossiles de cette mine ont des caractères

ès-différens de ceux du caoutchouc, qui, frais mme sec, exhale en brûlant une odeur forte désagréable; et la matière qui en coule, est ıctueuse et glutineuse; tandis que le bitume ı Derbyshire répand une odeur aromatique, que les gouttes qui en coulent, une fois re-ɔidies, sont dures et fragiles. Enfin M.r Hatchett ɪumérant quinze variétés de bitume élastique, t mention de quelques-unes qui contiennent ssi du pétrole liquide, tandis que d'autres pas-nt à l'état d'asphalte dur et fragile. Cette subs-nce paroît donc indigène de ce pays, et avoir is par quelque combinaison particulière, la rme d'une matière élastique, peut-être par nterposition des particules de l'air ou de quel-u'autre fluide gazeux, comme le pense l'auteur écité. Il est une autre substance bitumineuse ès-analogue au caoutchouc, c'est celle dite *pèche* que M.r Humboldt a portée de l'Amé-que méridionale en Europe: en effet, elle est astique, spongieuse, brûle à la flamme d'une ıandelle, efface les traces de la plombagine, communique au papier qui en est frotté, électricité résineuse. On la trouve à la profon-eur de deux ou trois pieds au-dessous de la ıperficie du sol.

J'aurais pu rendre beaucoup plus volumi-euse cette compilation de faits relatifs au grand hénomène des corps organiques fossiles; mais

j'ai préféré me restreindre aux plus importans, et je me suis contenté d'indiquer les auteurs dans les ouvrages desquels ceux qui cultivent la géologie, trouveront les détails qu'ils pourraient désirer. Les *Annales du Muséum d'histoire naturelle de Paris*, les écrits de Blumenbach, de Camper, de Cuvier, les divers ouvrages de Faujas, la *Conchyologie fossile sous-apennine* de Brocchi et le *Nouveau Dictionnaire d'histoire naturelle*, édition du 1816, sont surtout précieux par la quantité et par le choix des notices qu'ils fournissent sur les objets que je viens de parcourir.

CHAPITRE LXXXIII.

Distribution des corps organiques fossiles selon leurs époques et les diverses modifications qu'ils ont subies.

§ 486. Jusqu'à présent nous avons considéré phénomène des corps organiques fossiles, d'une anière isolée, c'est-à-dire, indépendamment beaucoup de circonstances accessoires: et nous us sommes bornés à énumérer les corps orniques qui se trouvent ensevelis dans les couches us ou moins profondes, et même superficielles la terre: il est maintenant nécessaire d'exainer qu'elles sont les modifications que ces corps ibirent lorsqu'ils cessèrent de jouir de la vie nimale ou végétative, et qu'elles sont les cironstances de leur gisement et de leurs associaions, pour pouvoir de là former quelque conecture raisonnable sur leur origine. Blumenbach lans son savant écrit, intitulé *Specimen archeologiæ elluris, terrarumque in primis Hannoveranarum*, réduit les fossiles organiques à quatre classes, elon une méthode qu'il appelle chronologique, 'est-à-dire qu'il a formé diverses classes de ces ossiles, correspondantes aux différentes révoluions du globe tant générales que particulières,

révolutions qui semblent avoir déterminé l'état de conservation et de gisement dans lequel ils se trouvent (Voy. *Journal des mines*, n.° 91). La première classe comprend les fossiles organiques dont les analogues vivans existent encore maintenant dans les mêmes lieux où une force imprévue priva autrefois de la vie les animaux auxquels appartiennent les dépouilles fossiles. La parfaite conservation de leurs parties les plus fragiles, démontre deux choses, la première que ces dépouilles n'ont point été transportées par de violentes inondations, d'un lieu étranger dans celui où elles existent actuellement; la deuxième que ces mêmes dépouilles ont été enveloppées par des substances qui les ont préservées de la décomposition, en sorte qu'elles ont pu se conserver intactes jusqu'au temps présent. La seconde classe embrasse ces fossiles dont les analogues ont survecu à une grande catastrophe, mais qui loin d'avoir vecu dans les mêmes lieux où l'on les trouve maintenant, doivent y avoir été transportés par des inondations ainsi que des cadavres qui flottent au gré des ondes: ce qui le démontre, c'est leur état de mutilation, c'est le désordre qu'on remarque dans leur gisement. Cette seconde classe de fossiles appartient à une époque plus ancienne. La troisième classe est celle des fossiles équivoques; Blumenbach a donné ce nom aux fossiles qui présentent toujours quelques différences

orsqu'on les compare à leurs analogues vivans, lifférences qui ne permettent pas de décider si :es fossiles et les êtres organisés qui leur ressemblent, peuvent être rapportés à une même spèce plus ou moins dégénérée, ou s'ils appariennent à des espèces différentes. Dans cette lasse sont comprises, (*a*) les dépouilles de quelques ;rands quadrupèdes dont la terre nourrit encore es analogues, mais seulement dans des climats lifférens et dans des contrées lointaines; (*b*) les poissons et les testacés fossiles qu'on trouve dans es couches calcaires, marneuses, sablonneuses le toute l'Europe. Il paroît qu'un grand nombre de ces fossiles ont leurs types dans les mers des Indes orientales: leur état de conservation écarte toute idée d'une inondation qui les ait transportés des régions éloignées, dans le lieu où ils sont à présent. A la quatrième classe, se rapportent les fossiles qui ne peuvent appartenir qu'à l'époque la plus reculée de l'existence du globe, à cette époque obscure où notre planète dut éprouver d'énormes bouleversemens qui plusieurs fois, à différentes périodes et dans divers endroits, en changèrent et renouvelèrent la superficie. Dans cette classe figurent beaucoup de fossiles dont on ne trouve plus les analogues vivans, et qui semblent avoir appartenu à une autre terre, et avoir été relégués dans le règne minéral par les catastrophes dont il ne reste aucune mémoire.

du site qu'elles occupent, elles sont remplacées par les particules de la substance terreuse, qui, en se consolidant, prend la même forme qu'avait le corps organisé. Ce phénomène s'observe spécialement dans les couches solides des montagnes secondaires, dans la pierre calcaire compacte, dans l'argile schisteuse, dans le schiste marno-bitumineux, dans le grès, etc. Parmi les testacés réellement pétrifiés, il est rare que la coquille se soit conservée : cela est cependant arrivé dans quelques marbres coquilliers appelés *lumachelles*, comme dans le marbre opalin de la Carinthie et du Tyrol. Quelquefois encore la substance de l'animal s'est pétrifiée ainsi qu'on l'a observé dans cette belle coquille fossile dite *sphérulite*, qui a été décrite par La-Métherie (*Journal de physique*, tom. 61, pag. 396), et où l'animal est devenu siliceux ainsi que sa coque; 4.° *dans l'état d'incrustation*, lorsque le corps organique conserve sa nature et toutes ses parties, mais qu'il est revêtu d'une matière pierreuse qui en couvre la superficie. C'est une opération qu'on doit spécialement attribuer aux eaux qui déposent sur les corps qu'elles rencontrent, les matières qu'elles tiennent en dissolution; 5.° *métallisés*. Les corps organiques sont quelquefois pénétrés par des substances métalliques, particulièrement par des sulfures de fer, de cuivre, ou par le minérai de fer argileux. On voit fréquemment des ammonites

métallisées ; et ces coquilles inconnues que le cinabre a pénétrées, et qu'on trouve dans la mine de mercure d'Idria, ont beaucoup de célébrité. Aux poissons fossiles de l'Himmelsberg, pénétrés par le mercure et dont nous avons parlé dans le § 453, nous ajouterons les ichtyolithes que renferme la mine de Riegelsdorff, et qu'on rencontre à environ 200 pieds de profondeur dans une ardoise chargée de cuivre ; 6.° *bituminisés.* Blumenbach rapporte à cette classe les insectes renfermés dans l'ambre.

§ 488. Il existe beaucoup d'analogie entre les modifications que nous venons d'indiquer, et celles que les substances végétales ont subies pendant leur séjour dans le règne fossile. Celles-ci se trouvent quelquefois, 1.° *dans l'état de pétrification*, lorsque les parties du végétal sont détruites et remplacées, fibre pour fibre, par des parties siliceuses ou métalliques : tels sont les bois fossiles ou pétrifiés. La transmutation de leurs parties végétales s'est quelquefois opérée avec une telle précision, que si l'on ne peut reconnoître le type de la pétrification et l'espèce de la plante dont elle dérive, on peut du moins déterminer avec certitude la famille. C'est ainsi que les bois pétrifiés de la Saxe offrent, à n'en pas douter, des restes de fougères en arbres, et ceux de la Hongrie, des palmiers. Ces pétrifications sont ordinairement siliceuses, quoiqu'elles

se trouvent assez souvent dans des terrains calcaires. Il est à remarquer que quelquefois la matière siliceuse pénètre le bois d'une manière fort inégale, en sorte que la structure végétale se conserve intacte dans quelques parties, tandis que dans d'autres, elle se perd au milieu d'une masse homogène d'agate ou de jaspe. Lorsque cela arrive, on ne distingue aucun passage gradué; c'est une transition imprévue. En Angleterre, à Hig-Heworth près Newcastle, dans un lit de charbon de terre on a trouvé un arbre d'environs 28 à 30 pieds de long, dont le tronc et les plus grosses branches sont siliceux, tandis que l'écorce, les petites branches et les feuilles sont converties en charbon; phénomène qui est d'autant plus intéressant que les troncs d'arbres que l'on trouve dans la mine d'alun de Wilby sont changés, le bois en spath calcaire, en pierre argileuse, ferrugineuse et en pyrite de fer, et l'écorce en jayet (Voy. *Journal de physique*, février 1818). Un fait rapporté par plusieurs naturalistes, prouve la facilité avec laquelle les substances végétales deviennent siliceuses : l'une des poutres du pont bâti sur le Danube par Trajan, a été trouvée changée en agate dans une épaisseur de demi-pouce; la partie intérieure n'était que légèrement pétrifiée. Les immenses déserts de l'Afrique offrent fréquemment des troncs d'arbres tantôt entiers, tantôt brisés, devenus siliceux, et plus ou moins

colorés ; fait curieux dont on pourrait déduire que cette vaste contrée était couverte de végétaux avant que la mer y déposât ces sables qui en ont fait un désert : à moins qu'on ne voulût supposer qu'une grande quantité d'arbres transportés par les fleuves qui se déchargeaient dans cette mer, flottaient sur la surface, comme on le voit présentement au Groenland, dans la baie d'Hudson, le long des côtes du Spitzberg, du Kamchatka, et dans toutes les mers du Nord (Voy. § 420). Un autre fait non moins intéressant pour la géologie, est que ces bois pétrifiés des déserts de l'Afrique, sont piqués par les vers marins, ce qui démontre leur séjour dans la mer antérieurement à leur transformation en pierres siliceuses (Voy. § 483); 2.° *dans l'état d'incrustation*, comme on l'observe dans les végétaux baignés par des eaux qui ont la vertu de produire l'incrustation ; telles sont les incrustations du Velino à l'endroit où l'on voit la célèbre cascade de Terni, celles de Tivoli, au lieu appelé le lac *De' Tartari*, et les ostéocoles du mont Pincio, près de Rome ainsi que de beaucoup d'autres contrées; 3.° *dans l'état de tourbe ou de lignites.* Les tourbes sont des amas de végétaux qui n'ont pas encore changé de nature, et dont les fibres et les feuilles sont entrelacées et collées les unes aux autres par l'effet de la compression. Elles ont été produites par des plantes

marécageuses [1] qui naissent dans les eaux stagnantes : la présence d'un principe conservateur est nécessaire à leur existence ; c'est probablement l'oxide de fer, autrement elles se décomposeraient bientôt, et il n'en résulterait qu'un simple terreau.

§ 489. Les lits de tourbe occupent une position superficielle, et leur formation appartient à l'état actuel de la superficie terrestre. Les tourbes peuvent être très-différentes selon le degré d'altération qu'ont subi les végétaux dont *elles sont* formées, et selon que ceux-ci se sont plus ou moins décomposés. On en distingue de deux espèces, savoir, la marécageuse et la ligneuse. La première est celle dont nous venons de parler, c'est la tourbe commune. La ligneuse, suivant M.r Faujas, se compose de matières végétales

(1) Il convient pourtant de remarquer que dans quelques tourbières, on a trouvé des plantes marines. Humboldt dans la tourbière de Linum, à une petite distance de Berlin, a observé des feuilles du *fucus saccarinus* de la longueur de 8 à 10 pouces sur une largeur de plus d'un pouce. Nous ignorons si ces plantes se trouvent seulement dans la partie inférieure de la tourbière, ou dans toute la profondeur de la couche. En supposant que le premier de ces deux cas fut constaté, il présenterait un phénomène semblable à celui qu'on observe près de Drontheim, en Norvège, où la péninsule d'Oérelande qui est très-basse, consiste en un immense lit de tourbe dont la partie inférieure est entièrement composée de plantes marines tandis que les couches supérieures ne contiennent que des plantes marécageuses (Voy. De Buch, *Voyage en Norvège*, chap. 1).

transportées, et par conséquent ses dépôts doivent être attribués à la dernière catastrophe arrivée dans cette partie du globe où ils existent, et sont beaucoup plus anciens que les couches de tourbe marécageuse qui occupent toujours une position superficielle. Le même auteur rapporte à la tourbe, la fameuse mine de *terre d'ombre* de Cologne, qui, dans une étendue de plusieurs lieues, présente un immense dépôt de végétaux presque entièrement changés en terreau, et couverts d'une couche de cailloux, laquelle a depuis 12 jusqu'à 20 pieds de hauteur. La profondeur de la couche de tourbe est de plus de 50 pieds, et au milieu du terreau entièrement composé de restes de végétaux entrelacés de toutes les manières et de couleur noire, on voit de gros troncs d'arbres qui ont quelquefois deux pieds de diamètre sur huit à dix de longueur. M.r Faujas penche à croire que quelques-uns de ces troncs appartiennent à la famille des palmiers. Il y a en France, dans le département de l'Aisne, des dépôts de tourbe ligneuse formés de bois exotiques, et devenus semblables à la terre de Cologne. Du reste, ces tourbes sont pyriteuses, et quelquefois s'enflamment spontanément lorsqu'elles restent exposées à l'air.

CHAPITRE LXXXIV.

Observations sur les divers gisemens des fossiles organiques et sur leurs associations.

§ 490. On trouve les bois fossiles en Sibérie, au nord du Groenland, dans les îles qui sont au-delà de la Norvège et jusqu'au 73.e degré de latitude, où les lichens ne végètent que difficilement : c'est ainsi qu'on reconnoît des traces certaines d'une ancienne végétation dans des lieux qui l'excluent maintenant par leur élévation au-dessus du niveau de la mer. Villars a vu près d'un glacier, dans le département de l'Isère, du bois fossile enseveli dans la tourbe, à une hauteur de 2320 mètres sur le niveau actuel de la mer, c'est-à-dire, à 850 mètres au-dessus de la ligne la plus élevée à laquelle les arbres puissent maintenant végéter. Au Pérou, près d'Huanuco, Humboldt a observé le charbon fossile dans la pierre calcaire compacte, à 4482 mètres (13,800 pieds) de hauteur, et par conséquent presque au-dessus de toute végétation. Ces exemples démontrent ou que la végétation n'a pas toujours été empêchée dans les climats polaires et dans les grandes élévations au-dessus du niveau de la mer, ou qu'il y a eu des espèces de plantes qui pouvaient

résister à ces degrés de froid qui font périr celles que nous connoissons ; à moins qu'on ne voulût supposer des transports de plantes faits par les eaux, hypothèse dont nous démontrerons bientôt l'invraisemblance. Au contraire, dans le comté de Cumberland, en Angleterre, on a reconnu des empreintes de fougères dans des couches de schiste à la profondeur de quelques milliers de pieds au-dessous du niveau actuel de la mer (Voy. § 415).

§ 491. Les dépouilles des corps organiques marins se trouvent à de grandes élévations au-dessus du niveau de la mer. Dans le Mont-Perdu, cime la plus élevée des Pyrénées, on voit les corps marins à la hauteur de dix mille pieds, et dans le Jungfrauhorn des Alpes de la Suisse, à la hauteur de douze mille pieds. Si Alphonse Barba écrivit assez vaguement qu'au centre de la partie la plus montueuse du Pérou, on rencontrait des coquilles de toutes les grandeurs; fort long-temps après lui, Don Ulloa en trouva à la hauteur de 13,352 pieds, dans l'Amérique méridionale, sur la montagne où il y a une mine de mercure, et qui est une dépendance du gouvernement de Guanca-Velica. Nous ne devons pas passer sous silence ce que ce savant naturaliste a écrit dans ses *Mémoires philosophiques*, discours 16.e, relativement au phénomène dont nous venons de parler. « Sur ces montagnes, » dit-il, aux environs de Guanca-Velica, et

» spécialement dans la mine de mercure, on voit
» des coquilles entières pétrifiées et *renfermées*
» *dans l'intérieur de la roche*, mais que les eaux
» mettent à découvert. Ces coquilles sont *incor-*
» *porées dans la pierre*, mais malgré cela, on
» remarque que la partie qui constituait la co-
» quille, se distingue par la couleur, par la
» structure et par la qualité de la matière, de
» tout autre corps pierreux qui la renferme (1). »
Molina dans l'*Histoire naturelle du Chili*, pag. 48, dit qu'on trouve de patelles, des buccins, des turbinites, etc., à la sommité du *Descabasedo* (décapité), montagne à laquelle il attribue la hauteur moyenne du Chimboraço, hauteur qu'on peut évaluer environ à vingt-mille pieds, et qui est peut-être exagérée relativement à la montagne dont parle Molina. Mais si l'observation de cet auteur nous paroissait douteuse, nous pourrions du moins compter sur l'exactitude de celle de Humboldt, qui trouva des coquilles sur

(1) La fréquente association des corps marins avec le mercure, est un phénomène qui mérite une attention particulière. Ainsi que dans la mine de mercure de Guanca-Velica, on trouve encore des coquilles dans celle d'Idria (Voy. les §.es 457 et 487 où l'on a parlé de dépouilles de poissons fossiles pointillés de mercure sulfuré). Les belles observations de Proust rapportées dans le *Journal de physique*, thermidor an 7, rendent très-probable l'opinion que le sel marin contient quelquefois du mercure, et prouvent que ce n'est pas sans fondement, que Senac, Tackenio, Rouelle et autres chimistes ont été du même avis.

la cime des Andes, à la hauteur de 13,200 pieds au-dessus du niveau de la mer. Nous sommes donc autorisés à dire que Kirvan est tombé dans l'erreur, lorsqu'il a assuré qu'on ne voit jamais les restes des corps marins à des hauteurs de plus de huit mille cinq-cents pieds.

§ 492. Les dépouilles des corps organiques marins sont souvent mêlées et unies à celles des corps organiques terrestres, et les empreintes des végétaux sont encore fréquentes dans les lieux où l'on rencontre celles des poissons. C'est ainsi que dans le Bolca et dans d'autres contrées, il n'est pas rare de trouver des os de grands quadrupèdes auxquels sont attachés des corps marins, comme huitres, serpules, etc.; et le plus souvent on observe que les éléphans et les rhinocéros sont ensevelis dans une argile ou dans un sable mobile où abondent les corps marins. Dans le Valdarno inférieur, d'après le témoignage de M.r Targioni, on découvrit une côte d'éléphant dont on ne pouvait détacher quelques huitres qui y étaient adhérentes, sans rompre l'os; et l'on envoya de la même contrée à ce naturaliste, un humérus du même animal également couvert de coquilles d'huitre. Dans le Placentin, on déterra un humérus de rhinocéros auquel étaient fortement attachés des testacés de la même espèce: ce curieux échantillon est conservé dans le Muséum de l'Administration des mines, à Milan. Pallas

dans les *Actes de l'Académie de Pétersbourg* pour l'année 1755, dit qu'en Sibérie, les os des éléphans sont souvent unis à ceux des grands cétacés et animaux de mer. Le même phénomène se répète dans les collines du Placentin, où l'on a déterré des squelettes de baleines et de dauphins, aussi bien que des os d'éléphans et de rhinocéros. C'est encore ainsi que pendant qu'on trouve dans le territoire de Hassalt, des dents d'éléphans fossiles, on découvre dans celui de Maestricht qui en est voisin, des reptiles d'espèces *inconnues*, des tortues marines, des empreintes de coquilles, d'échinites, etc. La-Peyrouse (Voy. *Journal des mines*, n.° 37) crut avoir découvert sur le Mont-Perdu, dans les Pyrénées, avec des corps marins dont cette montagne abonde, une quantité considérable d'os de grands animaux terrestres pétrifiés et changés en pierres résiniformes ou pechstein. Il parla de vertèbres dorsales, de fragmens de tibia, de fémur, et encore d'une portion de tête de quelque grand quadrupède; mais ces observations sont regardées comme fort équivoques. Les concrétions siliceuses que contient en très-grande quantité cette montagne calcaire coquillière, affectent souvent des formes bisarres qui imitent les formes organiques. Cuvier après avoir examiné les échantillons recueillis par La-Peyrouse, est resté indécis sur leur origine (Voy. Ramond, *Voyage au Mont-Perdu*).

§ 493. Les os des éléphans, mastodontes, rhinocéros, hippopotames et tapirs sont ensevelis presque partout (1) en lits à peu près pareils, et souvent mêlés avec les os d'animaux qui ressemblent à ceux qui vivent présentement. Ces lits sont en général dans des terrains mobiles ou sablonneux ou marneux, et toujours plus ou moins voisins de la superficie. Dans les collines du Placentin dont nous avons déjà parlé, et à la base desquelles on a découvert des os de cétacés que renfermait une marme bleuâtre qui a été

(1) Dans le *Journal de physique* de Paris, mars 1817, il est dit que M.r Whitby vit près de Plimouth, une caverne qui avait 45 pieds de longueur, et était remplie d'argile. On avait rencontré cette caverne dans la roche solide, après y avoir fait une excavation de 160 pieds : elle n'avait aucune communication avec la superficie extérieure, et l'on observe que la roche était *certainement une pierre calcaire de transition*. On trouva dans cette grotte des os fossiles d'une parfaite conservation, et M.r Évérard Home qui fit le rapport de ce fait à la Société royale, s'assura que ces os étaient de rhinocéros, et que quelques-uns avaient appartenu à des individus d'une grandeur très-considérable. Je trouve deux difficultés dans ce récit : la première consiste en ce qu'il est dit que la caverne n'avait aucune communication avec la superficie extérieure ; la seconde est relative à la qualité de la pierre calcaire qu'on prétend être *certainement une roche de transition*. Ces deux circonstances me portent à croire qu'on a équivoqué sur le gisement des os : ou la roche qui renfermait la caverne était un calcaire d'une formation plus récente, par exemple, un tuf calcaire ; ou la caverne avait avec l'extérieur quelque communication qui n'a pas été observée.

certainement une boue marine, les os d'éléphans et de rhinocéros ont été trouvés dans des couches sablonneuses qui forment la cime des mêmes collines; et il est probable que lorsque la contrée était couverte par une mer assez profonde pour pouvoir être habitée par des baleines, des inondations se répandirent sur les terres voisines peuplées d'éléphans et de rhinocéros, et transportèrent dans la mer les corps de ces animaux. Prenons pour exemple ce qui arrive maintenant: il n'y a point de crue considèrable du *Pô* pendant laquelle ce fleuve ne transporte à la mer, des bœufs, des chevaux et quelque homme assez malheureux pour n'avoir pu échapper à la fureur des eaux. Ces corps une fois parvenus à la mer sont dévorés par le poissons et autres animaux marins; mais leurs os ensevelis dans la vase, se conservent, et il arrive souvent que les coquilles s'attachent à leur superficie. En effet, les os fossiles des grands quadrupèdes sont ordinairement accompagnés des dépouilles d'animaux marins, comme nous l'avons dit dans le paragraphe précédent, mais il y a certains endroits où l'on ne remarque aucune de ces dépouilles; et quelquefois le sable ou la marne qui recouvre les os des animaux terrestres, ne contient que des coquilles d'eau douce. Ces os ne sont point roulés; ils sont épars, et en partie rompus: donç ils n'ont point été transportés d'une contrée lointaine,

et la catastrophe a dû surprendre les individus auxquels ils appartiennent, dans des lieux assez voisins de celui où ils ont été ensevelis. Avant cette catastrophe, les mêmes animaux vivaient donc dans les climats où l'on déterre aujourd'hui leurs os; et les parties septentrionales du globe nourrissaient autrefois des espèces qui appartiennent aux genres de l'éléphant, du rhinocéros, du tapir, etc., comme encore au genre du mastodonte, genres dont les premiers n'existent maintenant que dans la zone torride; on ne retrouve le dernier dans aucune partie connue du globe.

§ 494. Dans quelques endroits, les restes des corps organiques terrestres ou fluviatiles ne sont point mêlés avec ceux des corps organiques marins, mais il sont placés au-dessous. M.r Poiret, *Journal de physique*, tom. 51, rapporte que des cantons très-étendus du Soissonais présentent le singulier phénomène d'un banc de coquilles fluviatiles dans des couches inférieures, recouvert par des bancs supérieurs d'huîtres et autres coquilles marines. Ce qui rend encore plus singulier le phénomène, c'est que dans quelques localités, les dépouilles des corps organiques terrestres alternent avec celles des corps marins, circonstance qui a été vérifiée dans les couches gypseuses de Mont-Martre; et il y a lieu de croire, d'après les observations de Lamanon, qu'elle se répète dans la plâtrière d'Aix. On peut lire le beau Mémoire des MM.'

Cuvier et Brongniart sur la *Géographie minéralogique des environs de Paris*: il résulte de ce Mémoire, qu'en commençant par la partie la plus profonde des excavations, cette contrée est formée, 1.° d'une masse de craie dans laquelle il y a environ 50 espèces différentes de fossiles marins; 2.° d'une couche d'argile plastique très-onctueuse, tenace, presque privée de parties calcaires au point qu'elle ne fait pas effervescence avec les acides: dans quelques endroits cette couche a plus de 40 pieds de hauteur; *elle ne* contient aucun corps organique fossile; 3.° suit un calcaire grossier séparé dans quelques endroits, de l'argile dont nous venons de parler, par une couche de sable plus ou moins haute. Ce calcaire grossier contient une prodigieuse quantité de coquilles fossiles qui diffèrent non-seulement par leurs espèces, mais encore par leur genre, des coquilles du premier lit de craie. Lamarck en a déterminé plus de six-cents espèces dont la plus grande partie s'éloignent de celles maintenant connues. Beaucoup de ces coquilles sont entières, bien conservées; et quelques-unes ont encore l'éclat perlacé; 4.° vient ensuite la formation gypseuse composée de couches alternatives de gypse et de marne argilo-calcaire. Dans les bancs de cette formation, on trouve des squelettes d'oiseaux, de quadrupèdes inconnus, des coquilles d'eau douce, et des troncs de palmiers pétrifiés

et devenus siliceux; 5.° sur la formation gypseuse on voit des couches de marne dans lesquelles on trouve de nouveau des corps marins. Enfin succèdent les bancs de sable siliceux tantôt très-pur, tantôt agglutiné en grès, lesquels renferment des coquilles marines très-variées, et d'espèces semblables a celles de Grignon : ces bancs sont couverts de terrains d'alluvion.

§ 495. Il paroît donc que d'après les observations de ces deux savans naturalistes, on pourrait assigner à la formation de la contrée de Mont-Martre, les époques suivantes: dans la première époque qui est la plus reculée, la mer couvrait cet espace; dans la seconde pendant laquelle la couche d'argile plastique se forma, la mer devait s'être retirée, vu l'absence des parties calcaires; dans la troisième, une mer qui nourrissait des corps organiques différens de ceux qui vivaient dans la mer de la première époque, vint occuper le même espace; dans la quatrième, la contrée peuplée d'oiseaux et de quadrupèdes, et revêtue de plantes, était délivrée des eaux de la mer; dans la cinquième, la mer reparut pour la troisième fois. Chacune de ces époques doit avoir embrassé un nombre d'années très-considérable, comme on peut le conjecturer de la quantité des matières déposées, et de la longue suite des siècles qui se sont écoulés entre la cinquième époque dont nous n'avons aucune trace

dans l'histoire, et l'époque actuelle. Si dans le grand bassin de Paris, on pouvait pousser les excavations jusqu'aux roches primitives qui doivent en former la base, qui sait combien d'alternatives semblables on parviendrait à connoître? Il y a environ 30 ans que Fortis assurait que quelques parties habitées du continent, avaient été occupées par la mer, qui en se retirant, avait rendu à l'homme les terres qu'elle lui avait enlevées dans des siècles antérieurs dont il serait bien difficile de déterminer le nombre (Voy. *Voyage en Dalmatie*, chapitre *Spalatro*). Avant lui, Targioni et Arduino avaient pensé que la mer a occupé plusieurs fois certaines contrées, et qu'elle s'en est retirée aussi plusieurs fois (1). Du reste, quoiqu'il y ait plusieurs faits qui semblent nous porter

(1) Nous sommes redevables au savant Comte de Bournon, de nous avoir conservé la mémoire d'une découverte fort singulière, faite à Aix en Provence en 1788 : c'est d'après une note qui lui avait été communiquée par M.r le Chevalier de Sades, qu'il parle de cette découverte. Dans le courant des années 1786-87-88, on s'occupa à Aix, en Provence, de la reconstruction du palais de la justice. On tirait la pierre de taille employée à cet usage, de la carrière de S.t Eutrope, située sur un petit coteau : elle était ordonnée par bancs de couleur d'un gris peu foncé, et de la nature de celles qui tendres à leur sortie de la carrière, se durcissent par leur exposition à l'air libre. Ses bancs étaient séparés les uns des autres par une couche de sable mélangé d'argile plus ou moins calcaire. Les premiers qui furent exploités, n'offraient aucun indice de fossiles : mais après que les dix premiers bancs eurent été enlevés, les ouvriers en renversant le

à embrasser cette opinion, les observations que nous avons rapportées dans les §.es 351 et 352, méritent une attention particulière, parce qu'elles peuvent faire naître des doutes sur les conséquences qu'on en voudrait déduire. En effet, tous les naturalistes de Paris ne partagent pas l'opinion des MM.s Brongniart et Cuvier: on verra dans la suite à quelles conjectures on pourrait avoir recours pour expliquer le phénómène du séjour alternatif de la mer dans une même contrée, en supposant néanmoins que cet état de choses ait eu réellement lieu dans quelque partie du globe.

---

onzième, placé à 40 ou 50 pieds de profondeur, furent très-étonnés de trouver sa surface inférieure couverte de coquilles. La pierre qui composait ce banc ayant été enlevée, lorsqu'on s'occupa du déblayement de la couche de sable argileux qui la séparait du 12.e banc, on y trouva des tronçons de colonnes et des fragmens de pierres à demi-taillées, et cela d'une pierre exactement semblable à celle à laquelle ces bancs appartenaient: on y trouva en outre des coins, des manches de marteau et autres outils ou fragmens d'outils en bois. Mais ce qui principalement frappa le plus, fut une planche épaisse environ d'un pouce et longue de 7 à 8 pieds, cassée en plusieurs morceaux, mais dont cependant aucuns ne manquaient, de manière qu'on pouvait facilement les rejoindre les uns aux autres, et rendre à cette planche sa première forme, qui était celle des planches du même genre employées par les maçons et les carriers: elle était usée de la même manière, arrondie et ondulée sur ses bords. Me trouvant alors à Aix (dit M.r le Chevalier de Sades), je fus visiter cette carrière. Le propriétaire eut la complaisance de me montrer tous les morceaux qui y avaient

§ 496. Une autre observation non moins intéressante, c'est que s'il a été fait des excavations fort profondes dans une contrée qui abonde en corps marins fossiles, on remarque ordinairement que quelques fossiles très-copieux dans les couches les plus basses, se trouvent successivement en moindre quantité dans les couches supérieures, et finissent par manquer totalement dans les couches superficielles et plus récentes. D'autres fossiles très-communs dans une couche d'une certaine nature, deviennent soudainement très-rares dans la partie adjacente à la couche superposée, disparoissent lorsque la couche vient à changer de nature, et reparoissent de nouveau là où cette espèce de couche se reproduit, bien que

---

été trouvés. Les pierres taillées ou à demi-taillées n'avaient en aucune manière changé de nature, mais les fragmens de la planche, ainsi que les outils ou fragmens d'outils en bois, avaient été convertis en une agate très-fine et très-agréablement colorée. Les réflexions dont M.r de Bournon accompagne ce récit, sont très-intéressantes. Je rapporterai le passage suivant: « Ce fait » montre très-positivement les traces d'un travail executé par la » main de l'homme, placées à 50 pieds de profondeur et re- » couvertes par onze bancs d'une pierre calcaire compacte; et » tout tend à démontrer que ce travail a été executé sur le lieu » même où ces traces existaient. La présence de l'homme avait » donc devancé l'époque de la formation de cette pierre, et cela » même de beaucoup, puisqu'il était déjà parvenu à un degré » de civilisation tel, que les arts lui étaient connus, qu'il taillait » la pierre et en formait des colonnes. » (Voy. *Traité de minéralogie par M.r le Comte de Bournon*, 2 vol., pag. 402).

la distance des sites soit très-considérable, comme, par exemple, l'intervalle qui sépare l'Angleterre des côtes opposées de la France ; en sorte que quelques fossiles sont propres de certaines couches pierreuses, et s'y trouvent exclusivement. On peut donc assurer qu'en général, les fossiles sont les mêmes dans les couches correspondantes, et qu'ils présentent des différences d'espèce très-remarquables dans le passage d'un système de couches à un autre système. M.r Smith semble avoir été le premier qui a fait cette importante observation confirmée ensuite par MM.s Cuvier et Brongniart dans les environs de Paris, et par Parkinson dans ceux de Londres (Voy. *Bibliothèque britannique*, tom. 51, n.° 4). Des observations de ces naturalistes, il résulte, 1.° que les couches dont la profondeur relative est considérable, renferment des fossiles qu'on ne rencontre dans aucune des couches supérieures; 2.° que certains fossiles qui abondent dans les couches les plus basses, se trouvent en quantité successivement moindre dans les couches supérieures, et finissent par disparoître totalement dans les couches les plus récentes; 3.° que d'autres fossiles très-communs dans une certaine couche, deviennent très-rares dans la partie de cette couche qui est contiguë à la couche superposée, et ensuite disparoissent; 4.° que la majeure partie des coquilles qui abondent dans les couches supérieures, ne se montrent jamais dans les couches inférieures.

§ 497. Des observations analogues ont été faites par M.r Risso (Voy. *Journal de physique*, septembre 1813) dans la péninsule du S.t Hospice, près de Nice. On peut déduire des observations de ce naturaliste, qu'il faut distinguer trois principales époques dans la formation de ce lieu : la première qui est la plus ancienne, répond à la déposition du calcaire compacte, à grain fin, qui sert de base à tous les autres systèmes, et dans lequel on ne rencontre presque jamais des corps organiques ; ce calcaire paroît être de transition. Dans la seconde époque, l'océan devait avoir changé de nature, puisqu'il déposa des roches qui diffèrent entr'elles, et qu'il nourrissait une immense quantité de corps organiques dont nous ne connoissons plus les analogues vivans, mais dont l'apparition présente une succession; en effet, on trouve d'abord le calcaire marneux avec des gryphites ; ensuite la marne avec la chlorite, laquelle enveloppe un grand amas de belemnites, d'ammonites, etc. ; vient enfin le calcaire grossier qui renferme des nummulites, des pectinites, des orbulites, etc. Dans la troisième époque, on observe les traces d'une mer qui était peuplée d'animaux semblables à ceux qui vivent actuellement dans la Méditerranée, et paroissent avoir formé deux ordres de dépositions particulières, d'abord une lumachelle, et puis un amas de sable calcaire.

§ 498. L'étude des pétrifications, dit Hausman dans ses *Observations minéralogiques* faites aux environs d'Aix-la-Chapelle, a fort contribué aux progrès de la géologie, et une couche, qui renferme des restes de corps organisés marins, non-seulement démontre sa formation marine, mais indique encore la période à laquelle elle appartient. Ce qu'on dit des corps marins, doit aussi s'appliquer aux impressions des substances végétales. Les empreintes des feuilles de fougères inconnues dans l'argile schisteuse de l'arénaire la plus ancienne, découvrent l'âge du charbon fossile qui s'unit à elle, et le font distinguer de celui qui beaucoup plus récent, avoisine l'arénaire de taille (*quadersandstein*), puisque dans l'argile schisteuse du charbon plus récent, on ne voit pas les mêmes impressions. Ce n'est donc pas sans raison, que les naturalistes modernes ont mis un soin tout particulier à examiner les fossiles organiques, et à étendre cette branche des observations, qui pourra nous conduire un jour à connoître non-seulement les différens corps organiques qui, à diverses époques, ont peuplé cette planète, mais encore les diverses phases et les divers états par lesquels quelques-unes de ses parties ont passé, tour à tour détruites et réédifiées par l'eau et par le feu. C'est l'objet dont s'est occupé le savant M.r Schlotheim dans l'*Histoire naturelle des pétrifications sous le point de vue de la géologie*, ouvrage dans lequel

il a présenté le tableau général des pétrifications qui paroissent être propres à chaque sorte de terrain. Ce sera une découverte très-importante pour l'histoire physique de notre planète, si l'on peut démontrer l'existence de ces deux lois générales; 1.° une différence presque totale entre les corps organisés qui vivent actuellement à la surface du globe, et ceux dont on trouve les dépouilles enfouies dans les couches; 2.° des différences remarquables entre les dépouilles ensevelies dans les couches du globe à diverses profondeurs et à diverses époques (Voy. *Nouv. Dict. d'hist. nat.*, art. *fossiles*). Il ne faut pourtant pas dissimuler les très-graves difficultés qu'on rencontre dans ce nouveau genre d'observations et que nous allons exposer dans le chapitre suivant.

CHAPITRE LXXXV.

Réflexions sur le dépérissement et sur le changement des espèces animales.

§ 499. Les diverses parties du globe n'ont pas eu toujours pour ornement les mêmes corps organiques, et non-seulement les espèces, mais encore les genres de ces corps organiques ont changé plusieurs fois. Commençons par les corps marins. Lorsqu'on traite des testacés fossiles, il convient de distinguer ceux qu'on trouve dans les roches calcaires (1) compactes secondaires et quelquefois de transition, d'avec ceux qu'on rencontre dans des terrains mobiles sablonneux ou marneux,

(1) Il ne faut pas confondre ensemble toutes les roches calcaires coquillières, puisqu'il y en a qui sont d'un âge très-différent des autres. Dans le § 313 nous avons parlé du calcaire coquillier de transition. Les marbres que nous appellons *lumachelles*, ne sont que des agrégats de coquilles quelquefois entières, mais le plus souvent brisées et enveloppées dans un ciment calcaire. A cette classe appartient la pierre à laquelle dans Milan on donne le nom d'*occhiatino di Como*, parce qu'on la tire des environs du lac de Côme. Ces pierres compactes reçoivent souvent un beau poli, et leur gisement ordinaire indique qu'elles sont beaucoup plus anciennes que le calcaire grossier qui contient encore des fragmens de corps marins. Le calcaire grossier des environs de Paris renferme un si grand nombre de ces coquilles qui appartiennent au genre *cerites*, qu'il a reçu le nom de calcaire à *cerites*.

abandonnés par la mer lors de sa dernière retraite du continent. Les premiers appartiennent ordinairement à des espèces inconnues : il n'en est pas de même des seconds, parmi lesquels il y a plusieurs individus qu'on peut rapporter à des espèces dont quelques-unes existent actuellement dans les mers voisines, et d'autres dans les mers lointaines. Il paroît que la Méditerranée et l'Adriatique ne nourrissent plus quelques-unes des coquilles qu'on trouve fossiles dans les diverses parties de l'Italie. On peut en dire autant de la France et des autres contrées de l'Europe qui ont été parcourues par les naturalistes. Je n'étends point donner à cette proposition, plus d'extension qu'il ne convient ; les recherches de cette nature sont très-difficiles, et il est presque impossible de connoître tous les êtres vivans qui peuplent l'immense étendue et le fond des mers. Il suit de là que nous devons être très-réservés et très-circonspects sur un pareil sujet. Menard de la Groye, en examinant une collection de coquilles du golfe de Tarente, y reconnut les analogues vivans de deux coquilles qu'on trouve fossiles, l'une à Grignon, près de Paris, l'autre dans les environs de Bordeaux, et qu'on croyait exotiques. De combien de nouvelles coquilles n'a-t-on pas fait la découverte dans la seule mer Adriatique depuis les recherches d'Olivi et sourtout de Renier ? Ce dernier, savant professeur

de Padoue, a augmenté le catalogue des coquilles, de quelques nouveaux genres et de plusieurs nouvelles espèces qui n'avaient pas été décrites par les naturalistes. Si La-Marck sur 500 espèces de testacés fossiles des environs de Paris, n'en trouva qu'un peu plus de vingt, dont les prototypes étaient vivans, ou du moins connus; Brocchi au contraire sur 600 espèces fossiles qu'il a déterminées dans les terrains d'Italie, a observé que plus de la moitié appartiennent à des espèces connues, et que le plus grand nombre de celles-ci séjournent dans les mers contiguës. A mesure que les observations se multiplient, on découvre de nouveaux types d'espèces qu'on croyait perdues, ce qui nous fait soupçonner qu'il pourra en être de même pour bien d'autres espèces. A tout cela il faut joindre les altérations que les corps organiques doivent subir par un long séjour dans les couches terrestres, ce qui rend bien difficile et quelquefois même impossible la détermination de leur espèce.

§ 500. Indépendamment de ces considérations, il est certain que parmi les corps marins fossiles il y a des genres et plusieurs espèces qui nous sont encore entièrement inconnus, ou qui n'ont été déterminés que d'une manière très-équivoque: tels sont, par exemple, quelques espèces de coraux et de zoophites, et ces corps marins auxquels on a donné le nom de *pélagiens*, comme

ammonites, orthocératites, numismales, belemnites, etc., pour indiquer qu'ils ont vecu dans l'antique océan. Quelques naturalistes pensent que les types vivans de ces fossiles ne nous sont inconnus que parce qu'ils n'habitent que les grandes profondeurs de la mer; mais cette opinion me paroît peu fondée, puisqu'il arrive souvent qu'on trouve les dépouilles fossiles de ces animaux, à des hauteurs telles qu'il n'est pas probable qu'elles aient fait partie du fond de la mer. On a découvert des ammonites sur les sommités les *plus élevées* des Apennins: M.r Faujas a vu des discolites sur une montagne du Dauphiné qui a 7200 pieds de hauteur au-dessus du niveau de la mer, et l'on en a recueilli encore sur la sommité des Alpes (Voy. Brocchi, *Conchyologie fossile*, pag. 233). Je ne doute pas que la mer n'ait couvert la cime des Alpes; mais il me paroît difficile de concevoir qu'elle soit parvenue à une telle élévation que les sommités de ces montagnes aient pu former le fond de ses plus profonds abîmes. Il est donc très-probable que parmi les corps organiques qui vivaient dans l'antique mer, il y avait plusieurs espèces qui n'existent plus aujourd'hui.

§ 501. Pour ce qui regarde les os fossiles des animaux terrestres, je rappellerai à la mémoire du lecteur, ce qui a été dit dans les chapitres LXXVIII et LXXIX; et aux notices que j'ai déjà données, je joindrai les réflexions suivantes,

prises de ce que M.r Cuvier a écrit dans un plus grand détail sur ce sujet. Les terrains mobiles qui remplissent le fond des vallées et couvrent la superficie des grandes plaines, nous ont fourni les os de 11 espèces d'animaux, savoir, une de rhinocéros, deux d'hippopotames, deux de tapirs, cinq de mastodontes et une d'éléphans. Si les l'observations de M.r le professeur Nesti venaient à être confirmées, au lieu d'une espèce d'éléphans fossiles, nous en aurions trois (Voy. § 466). Toutes ces espèces sont aujourd'hui absolument étrangères aux climats où l'on trouve leurs os. Les cinq espèces de mastodontes peuvent seules être considérées comme formant un genre particulier et inconnu, mais approchant de celui de l'éléphant. Toutes les autres espèces appartiennent à des genres qui subsistent encore aujourd'hui dans la zone torride. Trois de ces genres ne se trouvent vivans que dans l'ancien continent, savoir, les rhinocéros, les hippopotames et les éléphans. Le quatrième, celui des tapirs, n'existe que dans le continent qu'on appelle le *Nouveau Monde*. Mais parmi les os fossiles, on n'observe pas une pareille distribution, puisqu'on a trouvé dans l'ancien continent, des os de tapirs, et qu'on a découvert quelques os d'éléphans dans le nouveau continent.

§ 502. Les espèces qui appartiennent à des genres connus, sont sensiblement différentes des

espèces connues, et l'on doit les considérer plutôt comme des espèces particulières que comme de simples variétés. L'hippopotame nain et le tapir gigantesque ne laissent aucun doute sur ce point. Cela est encore vrai relativement au rhinocéros fossile, et un peu moins évident par rapport à l'éléphant et au tapir fossiles, bien qu'il y ait, dit Cuvier, des raisons plus que suffisantes pour convaincre l'anatomiste exercé. Enfin le grand hippopotame est le seul des 11 quadrupèdes fossiles ci-dessus indiqués, dont jusqu'à présent on n'a pu recueillir un nombre suffisant de morceaux pour pouvoir dire positivement s'il différait ou ne différait pas de l'hippopotame actuellement vivant. L'auteur précité, ayant examiné les os fossiles d'un nombre très-considérable d'autres quadrupèdes, assure avoir déterminé 49 espèces jusqu'à présent certainement inconnues aux naturalistes, 27 desquelles appartiennent à sept nouveaux genres, les autres 22 espèces se rapportent à seize genres ou sous-genres inconnus: en outre onze ou douze espèces qui ressemblent si parfaitement aux espèces connues, qu'on ne peut révoquer en doute leur identité. Il faut ajouter autres 16 ou 18 espèces qui ont beaucoup de traits de ressemblance avec les espèces connues; mais il n'a pas été encore possible de les comparer pour lever tout doute.

§ 503. Les naturalistes sont partagés sur les conséquences qu'on peut déduire de ces observations. Les uns pensent qu'on doit chercher les types de plusieurs espèces de quadrupèdes fossiles, dans les régions qui n'ont pas été encore parcourues par les observateurs. L'intérieur de l'Afrique nous est inconnu : il en est de même de plusieurs immenses forêts de l'Amérique, et de presque tout le grand continent de la Nouvelle Hollande dont la superficie a été évaluée à cent mille lieues carrées. Dans le peu de parties de ce vaste pays qu'on a visitées jusqu'à présent, on a remarqué des figures d'animaux tout-à-fait différentes de celles que nous connoissons; et ces figures sont telles qu'au dire de quelques naturalistes, l'imagination la plus exaltée aurait peine à se les représenter. Il est donc très-probable que plusieurs espèces animales que nous croyons perdues, subsistent encore dans quelque partie du globe qui n'est point fréquentée, et où les observateurs seront peut-être conduits un jour par quelque circonstance favorable.

§ 504. Du reste, Cuvier ne fonde pas de grandes espérances sur les découvertes à faire, et l'on sera peut-être bien aise de connoître ses raisons. Jusqu'à présent, dit-il, les naturalistes n'ont pas traversé tous les continens, et ils ne connoissent pas non plus tous les quadrupèdes qui habitent les pays parcourus. De temps en temps, on découvre

de nouvelles espèces d'animaux, et ceux qui n'ont pas examiné avec soin toutes les circonstances de ces découvertes, pourront croire que les quadrupèdes inconnus dont on trouve les os dans nos couches, sont demeurés jusqu'à ce jour cachés dans quelques îles que les voyageurs n'ont pas rencontrées, ou dans quelqu'un de ces vastes déserts qui occupent le milieu de l'Asie, de l'Afrique, des deux Amériques et de la Nouvelle Hollande. Malgré cela, si l'on examine avec attention les espèces de quadrupèdes récemment découvertes, et les circonstances dans lesquelles ces espèces ont été trouvées, on se convaincra du peu d'espoir qui nous reste de pouvoir un jour retrouver celles que nous n'avons vues jusqu'ici que dans l'état de fossiles.

§ 505. Les îles d'une médiocre étendue, et situées loin de grandes terres, ont très-peu de quadrupèdes dont la plupart sont même fort petits; et si parmi ces quadrupèdes, il y en a quelques-uns de grands, il est probable que ceux-ci y ont été transportés d'ailleurs. Bougainville et Cook ne trouvèrent que des porcs et des chiens dans les îles de la mer du Sud : les autres quadrupèdes plus grands étaient les *agouti* (cavia aguti), espèce de cochon d'Inde. Les grandes terres, comme l'Asie, l'Afrique, les deux Amériques et la Nouvelle Hollande, ont de grands quadrupèdes, et en général des espèces qui sont

ɔpres de chacune d'elles, en sorte que toutes
fois qu'on a découvert de semblables terres
lées du reste du globe par leur situation, on
a trouvé la classe des quadrupèdes entièrement
férente de celle qui existait ailleurs. C'est ainsi
e lorsque les Espagnols parcoururent pour la
emière fois l'Amérique méridionale, ils n'y ren-
ıtrèrent aucun des quadrupèdes qui existaient
Europe, en Asie, en Afrique: le même phé-
mène s'est renouvelé de nos jours lorsqu'on a
mmencé à reconnoître les côtes de la Nouvelle
ıllande et des îles adjacentes. S'il restait donc
elque grand continent à découvrir, on pour-
it encore espérer d'y observer de nouvelles
ɔèces plus ou moins semblables à celles dont
entrailles de la terre nous présentent les dé-
uilles: mais il suffit de jeter un coup d'œil sur
e mappemonde, et de considérer les innom-
ables directions dans lesquelles les navigateurs
t sillonné l'océan, pour juger qu'il ne peut
int exister d'autres grandes terres, à moins
e ce ne soit vers le pôle austral. Cuvier con-
.d de là, que nous ne saurions espérer de
rouver les quadrupèdes qui nous sont inconnus,
ce n'est dans l'intérieur des grandes parties du
ıbe; et cet espoir lui semble encore peu fondé.

§ 506. Ce n'est certainement pas sans beau-
up de difficulté, que les voyageurs parcourent
vaste étendue des pays qui ne sont habités

que par des peuples féroces, ce qui se vérifie surtout par rapport à l'Afrique : mais les animaux ne trouvent point d'obstacle à traverser dans tous les sens ces contrées désertes, et à se porter vers les côtes. A la vérité entre ces côtes et les déserts de l'intérieur, il se trouve de grandes chaînes de montagnes ; mais il y a, en certains lieux, des interruptions à cause du passage des fleuves, et l'on sait que dans les climats brûlans, les quadrupèdes fréquentent de préférence les bords des fleuves : les peuples des côtes *remontent* ces fleuves, et ne tardent pas à prendre connoissance soit par eux-mêmes, soit par l'effet des relations commerciales, soit enfin par la tradition des peuples qui habitent les régions supérieures, de toutes les productions singulières qui peuvent exister à la source de ces mêmes fleuves. Il n'a jamais fallu un temps bien considérable aux nations civilisées qui ont fréquenté les plages d'un grand pays, pour connoître les animaux qui peuvent être de quelque utilité, et qui frappent par leur configuration. Plusieurs faits connus viennent à l'appui de ces conjectures: quoiqu'en Asie, les anciens n'aient point dépassé l'Imaüs, ni le Gange, et qu'en Afrique, ils ne se soient guère avancés au-delà de l'Atlas, ils ont néanmoins réellement connu tous les grands animaux de ces deux parties du monde ; et si une période de 18 à 20 siècles, et la navigation

tour de l'Afrique et aux Indes n'ont, en ce
ıre, rien ajouté aux connoissances que les
ciens nous avaient transmises, il n'y a pas ap-
rence que nos descendans doivent beaucoup
endre des siècles à venir. La seule grande terre
i semble nous promettre de nouvelles connois-
ıces zoologiques, c'est la Nouvelle Hollande ainsi
e quelque partie de l'intérieur de l'Amérique.

§ 507. J'ai cru que les lecteurs me pardon-
raient cette digression, et qu'ils seraient bien
es de connoître les réflexions d'un célèbre
turaliste sur un sujet dont il a fait une étude
rticulière, et qui est d'un si grand intérêt pour
istoire physique de notre planète. Ces réflexions
ndent très-probable l'opinion, que non-seule-
ent quelques espèces, mais encore quelques
nres du grand nombre des animaux qui vivaient
ıtrefois sur la superficie de la terre, ont été
truits, opinion qui est d'ailleurs confirmée par
autres observations. Blumenbach nous assure
ı'il n'y a que deux siècles qu'il existait une
pèce d'animal qu'on ne retrouve plus aujourd'hui
ırmi les espèces vivantes : c'était un oiseau du
nre des autruches, appelé *cignus cucullatus*,
plus souvent *dydus ineptus*. Cet oiseau de la
andeur d'une oie vivait vers la fin du 16.^e
cle, dans l'île Bourbon et dans l'île de France:
puis on l'a vu empaillé, et conservé dans quel-
ıes cabinets d'Europe; il en existe maintenant une

patte dans le Muséum britannique de Londres; et dans le cabinet d'Oxford on en voit une tête qui ne ressemble à aucune de celles des autres oiseaux. Plusieurs personnes ont prétendu que cet animal n'a jamais existé; mais Blumenbach a rassemblé les preuves du contraire, et il pense qu'on peut expliquer la destruction de l'espèce, par la facilité qu'il y a de prendre ces oiseaux pesans, et par le peu de soin qu'on a eu de les conserver, vu que leur chair est de trop mauvais goût pour dédommager de ce que peut coûter leur nourriture.

§ 508. Nous voyons que dans les ouvrages d'Aristote et de Pline, il est fait mention de divers animaux que nous ne connoissons point, et il ne paroît pas que ces récits soient entièrement fabuleux, puisque les descriptions qui les accompagnent, sont appuyées sur des notices tirées d'auteurs plus anciens. Ces descriptions peuvent bien être chargées de quelques détails peu exacts, mais il y a lieu de croire que ce qui en est le sujet principal a un fond de vérité (1).

(1) Quoique Aristote, Pline et d'autres anciens auteurs aient parlé de la licorne (monocéros) de l'Inde et de l'Éthiopie, la majeure partie des naturalistes regardent comme fabuleuse l'existence de ce quadrupède, semblable au cheval, mais à pied fourchu, et dont la tête est armée d'une seule corne. On doit sans doute mettre au rang des fables, ce que quelques auteurs ont écrit sur cet animal sauvage, savoir, qu'il ne peut être apprivoisé que par une fille vierge. Mais l'existence de cette

espèce du loup, autrefois si nombreuse dans
Grande Bretagne, y est maintenant détruite.
invention des armes à feu a beaucoup diminué,
ı Afrique, le nombre des bêtes féroces. Buffon
ıi cite Shawe, dit que les Romains pour l'usage
: leurs spectacles, tiraient de la Lybie cin-
ıante fois plus de lions qu'on pourrait y en
ɔuver aujourd'hui. Dans la Turquie, il n'y a
us de lions: ces animaux sont maintenant beau-
ıup moins communs dans la Perse et dans les
des. Après Buffon, La-Cépède a encore re-
ınnu cette diminution dans le nombre des lions
ı'il assure avoir été beaucoup plus considérable,
y a une vingtaine de siècles, dans l'Asie mé-
lionale, dans les montagnes de l'Atlas, dans
ı grands bois qui sont au voisinage du grand
ısert de Shaara, et dans les diverses régions
: l'Afrique. On doit supposer, ajoute ce savant
ıturaliste, que le climat de ces parties de l'Asie
de l'Afrique a subi quelque changement fu-
ıste à l'espèce des lions. Quelques forêts qui
ıt péri de vétusté et que la nature n'a pas
nouvelées, les terres des lieux les plus élevés
traînées et transportées par les eaux dans les

èce de quadrupède est-elle entièrement fabuleuse? Dans le *gasin physique de M.r Woigt*, pour l'an 1796, on trouve la ıtion faite par un Hottentot, laquelle doit faire naître des ıtes dans l'esprit de ceux qui étaient décidés à considérer la ırne comme un être imaginaire.

bas-fonds, les montagnes qui se sont abaissées, les pluies qui sont devenues moins abondantes, les sources qui ont tari, la stérilité qui s'est accrue, tout cela a pu rendre plus rares et les asiles et les moyens de nourriture (Voy. La-Cépède, *Ménagerie du Muséum*). Ajoutons que quelques espèces d'animaux sont peu propagées, et qu'elles sont réduites à habiter des contrées très-resserrées, telles sont la girafe, l'autruche, etc. Il suit de tout ce que nous venons de dire, qu'il est très-probable que dans quelques pays, certaines espèces d'animaux ont été détruites.

§ 509. Il importe ici de ne pas passer sous silence l'opinion de quelques naturalistes, qui soutiennent que les espèces animales, dans un long cours de siècles et par suite de leurs habitudes, sont sujettes à des modifications, et à subir des changemens, en sorte qu'une espèce se transforme quelquefois en une autre espèce, et ne présente plus aucune trace de son type primitif. Dans ce cas, les os fossiles des animaux dont nous ne connoissons pas actuellement les analogues vivans, ont pu appartenir à des espèces qui ont été modifiées et sont transformées en d'autres espèces. Mais cette opinion qui a donné naissance au *nisus formatif*, me semble peu probable, si l'on fait abstraction des espèces sur lesquelles l'état de domesticité exerce une certaine influence, et encore même dans ces espèces,

les modifications ne sont-elles jamais assez considérables pour qu'il en puisse résulter un véritable changement d'espèce. Ces modifications produiront tout au plus des variétés, puisque les rapports qui existent entre les os restent les mêmes, et que la forme des dents n'est point altérée d'une manière sensible. Si l'on voulait argumenter du mélange des races, nous observerons que la nature a mis empêchement à ce mélange, par l'aversion qu'elle a inspirée aux individus d'une espèce pour ceux d'une autre espèce. La production entre des espèces différentes ne s'effectue que rarement et par accident; et lorsque ces aberrations ont lieu, les races qui en résultent, ne peuvent se perpétuer : elles périssent. Les observations faites en Égypte par Géofroy-Saint-Hilaire, et la belle collection d'animaux embaumés qu'il transporta à Paris, démontrent que pendant une période de deux ou trois mille ans, les espèces animales de ce pays n'ont nullement changé. Le seul cas dans lequel il pourrait, ce me semble, arriver un changement d'espèces, serait celui où la nature de l'élément dans lequel les animaux sont destinés à vivre et à propager, viendrait à changer; et encore dans ce cas, faudrait-il distinguer deux combinaisons. Si le changement est subit et imprévu, alors il devrait y avoir non modification d'espèces, mais bien destruction des espèces existantes, et production de nouvelles

espèces appropriées à la constitution physique du nouvel élément. Imaginons un changement extraordinaire, mais instantané dans la nature de notre atmosphère, comme serait celui qui pourrait s'opérer dans sa pesanteur, dans sa température, dans la qualité de ses composans ou dans leurs doses relatives, etc.; il est certain qu'on verrait périr ces êtres dont l'organisation est analogue à l'état actuel de l'atmosphère: mais si le changement était peu considérable, et qu'il s'effectuât par degrés insensibles, alors les êtres organiques s'adapteraient peu à peu à ce changement, et leur organisation serait modifiée en raison du nouvel ordre de choses. Comme j'écrivais ce-ci, j'ai reçu le Mémoire lu par M.r Beudant à l'Académie des Sciences, le 13 mai 1816, sur la *possibilité de faire vivre des mollusques fluviatiles dans les eaux salées, et des mollusques marins dans les eaux douces, considérée sous le rapport de la géologie.* Des belles expériences de ce savant naturaliste, il résulte « 1.° que les » mollusques fluviatiles périssent très-promptement lorsqu'on les plonge subitement de l'eau » douce, dans l'eau salée au degré de nos mers, » ou dans des eaux chargées de gaz acide carbonique, d'acides minéraux en très-petite quantité, ou enfin dans des eaux chargées de 0,02 » de sulfate de fer; et que les mollusques marins périssent également lorsqu'on les plonge

» subitement dans l'eau douce; 2.° que dans
» l'espace de très-peu de temps, beaucoup de
» mollusques fluviatiles peuvent être habitués petit
» à petit à vivre dans l'eau portée au degré de
» salure ordinaire des mers, et que beaucoup
» de mollusques marins peuvent être de même
» habitués a vivre dans l'eau douce; 3.° que
» certaines espèces de mollusques ne peuvent s'ha-
» bituer, au moins aussi promptement, à vivre
» dans des eaux très-différentes de celles où elles
» se trouvent ordinairement; 4.° qu'il existe un
» degré intermédiaire de salure où tous les mol-
» lusques aquatiques soit marins, soit fluviatiles,
» peuvent vivre facilement; 5.° que les mollus-
» ques fluviatiles qui d'abord ne paroissent pas
» souffrir dans l'eau chargée de sulfate de chaux,
» ne peuvent en aucune manière s'habituer à y
» vivre; 6.° qu'enfin les mollusques marins peu-
» vent vivre dans des eaux beaucoup plus char-
» gées de sel que ne le sont ordinairement les
» eaux marines, mais qu'ils périssent lorsque le
» liquide devient sursaturé. » Ces observations
de M.r Bendant confirment ce que j'ai dit ci-dessus.

CHAPITRE LXXXVI.

Examen de l'hypothèse d'une inondation extraordinaire et passagère.

§ 510. Des différentes hypothèses qu'on a imaginées pour expliquer les phénomènes que nous avons exposés jusqu'à présent, la plus fameuse est celle d'une révolution aqueuse extraordinaire et passagère. On a donc supposé que la masse des eaux de la mer transportée hors de son lit, s'éleva à la hauteur de douze à treize mille pieds; que par conséquent elle couvrit la cime des plus hautes montagnes; qu'ensuite rentrant dans son premier lit, elle transporta avec elle confusément et déposa tant sur la cime des montagnes que dans le fond des vallées, plusieurs substances organiques; et qu'ainsi elle réunit ensemble les produits de climats différens et de pays très-éloignés les uns des autres. Cette opinion a régné long-temps dans les écoles; fortifiée par des raisons prises des livres sacrés, elle se concilia l'assentiment de tous ceux qui, faute de distinguer les véritables caractères des choses, confondirent deux objets tout-à-fait différens, savoir, le déluge et ses effets. Le respect que nous devons à l'autorité des livres sacrés, ne

nous permet pas de douter du premier de ces deux objets, mais l'examen du second appartient exclusivement à la physique.

§ 511. En admettant le fait, comme c'est le devoir de tout philosophe qui fait profession d'une sage réserve, on a recherché quelle force a pu soulever la masse immense des eaux, et retenir quelque temps ces eaux dans une situation si différente de celle que requièrent leur gravité et leur équilibre? Plusieurs philosophes se sont occupés de ce problème; et tandis que pour le résoudre, Picot a supposé un retard dans le mouvement de rotation de la terre, par lequel la force centrifuge étant diminuée, les eaux de l'équateur se portèrent vers les pôles, et retournèrent ensuite des pôles vers l'équateur, lorsque le mouvement fut rétabli dans son premier état; Le-Brun, au contraire, a imaginé une accélération dans le mouvement diurne de la terre, et que par cette accélération, la force centrifuge étant augmentée, les eaux s'élancèrent hors de leur lit, et y retournèrent ensuite, lorsque le mouvement régulier se rétablit. L'idée de Le-Brun est plus conforme aux doctrines astronomiques, puisque La-Place a démontré que notre globe, au lieu de son mouvement de rotation qui s'accomplit en 23 heures, 56′, 4″, pourrait en avoir un autre par lequel il tournerait autour de son axe en 2 heures, 25′, 17″; tout autre

mouvement de rotation serait inconciliable avec l'équilibre de ses parties. Mais si l'on veut se renfermer dans le cercle des forces connues de la nature, il sera bien difficile de découvrir qu'elle est celle qui a pu produire ces variations passagères dans le mouvement de la terre.

§ 512. D'autres ont imaginé le passage d'une comète dans le voisinage de la terre, hypothèse qui me semble beaucoup plus probable que les deux précédentes. Je sais bien que les astronomes ayant calculé la probabilité d'un pareil événement, l'ont trouvée si petite qu'elle peut se confondre avec l'invraisemblance. Cependant un mathématicien du premier ordre, La-Place, dans son *Système du Monde*, tom. 2, pag. 61, dit que la petite probabilité de la rencontre d'une comète avec notre planète, peut par une longue série de siècles, s'accroître au point de devenir très-grande. Il est facile de se représenter les effets qu'un pareil choc produirait sur la terre. L'axe et le mouvement de rotation venant à changer, et la mer abandonnant son ancienne position pour se précipiter vers le nouvel équateur, un grand nombre d'hommes et d'animaux seraient noyés dans un déluge universel ou détruits par la violente secousse imprimée au globe terrestre : des espèces entières seraient anéanties, et les monumens de l'industrie humaine totalement ruinés. Tels sont les désastres que produirait

le choc d'une comète. Bien qu'il soit difficile qu'une pareille combinaison ait lieu dans le cours régulier de la nature, elle n'est pourtant pas impossible. Mais le nœud de la difficulté ne consiste ni dans la possibilité, ni dans l'impossibilité du fait, qu'il faut admettre de l'une ou l'autre manière, vu l'autorité des livres sacrés; il consiste dans l'impossibilité de rendre raison de plusieurs phénomènes géologiques, avec ce cataclysme extraordinaire et général, mais cependant de courte durée.

§ 513. Dans la terre de Diemen, dans la Nouvelle Hollande, sur les montagnes du Timor, on trouve des coquilles encastrées dans des masses madréporiques à plus de 1500 pieds de hauteur au-dessus du niveau de la mer. Toutes les îles du côté oriental de la Nouvelle Hollande, celles dites de la Société, plusieurs parties de la Nouvelle Guinée, et presque toutes ces îles innombrables disséminées dans l'océan équinoxial, semblent être l'ouvrage de ces débiles animaux. Le sol élevé au-dessus de la mer ainsi que celui des montagnes, est tellement rempli de polypiers fossiles, qu'il semble en être entièrement formé; le grand plateau qui domine une partie des monts du Timor, n'est composé que de madréporites. Dans les mers des pays chauds où ces polypiers sont si abondans, les îles qu'ils forment, cessent de s'accroître en hauteur aussitôt que dépassant

la superficie des eaux, elles n'en sont plus baignées. On ne peut donc pas douter que les lieux où l'on trouve de semblables polypiers, n'aient été couverts par la mer pendant la formation de ces concrétions madréporiques, et durant un espace de temps proportionné à leur quantité. Voudra-t-on supposer que ces madrépores sont seulement adhérens à la superficie des roches, et que par conséquent on doit les considérer comme ayant été transportés par quelque révolution passagère aux hauteurs où ils sont maintenant? Mais on doit faire attention que ces mêmes corps organiques se trouvent encore dans le cœur des montagnes, lorsque quelque vallée ou quelque déchirure en dévoile la structure interne.

§ 514. Les observations faites par Peron dans les mers australes, concordent avec celles faites par Faujas dans la Lorraine, dans le Vicentin et sur les plages de la Méditerranée, entre Monaco et Mentone. Dans cette dernière contrée, au Cap-Martin, on voit de nombreuses couches d'un marbre blanc salin, transparent à ses bords, dur et susceptible de recevoir le plus beau poli, formé de madrépores exotiques dont les polypes avaient vecu dans les mêmes lieux, et y avaient fabriqué leurs habitations qu'ils avaient établies en forme de couches, les unes sur les autres (Voy. Faujas, *Essais de géologie*, tom. 2, pag. 38). Sur l'esplanade de Ciolan, près de Barcelonette, à plus

de 1400 toises au-dessus du niveau de la mer, Guerrin trouva des madrépores qui faisaient partie de la roche calcaire de la montagne. Ramond, faisant mention des ocellites qu'il observa dans le grand amas de corps marins qui occupe le centre du Mont-Perdu, et en constitue les sommités les plus élevées, dit que la prodigieuse quantité de cette espèce de polypier qu'on trouve non-seulement à la superficie, mais encore au cœur de la roche, ne permet pas de douter que ces insectes n'aient vecu dans les lieux mêmes où l'on voit leurs dépouilles, et qu'ils ne s'y soient propagés en familles (Voy. *Journal des mines*, n.° 37). A ce fait, j'en ajouterai un autre observé depuis peu de temps par M.r Cortesi, qui, sur le mont Pulgnasco dans le Placentin, trouva un banc très-étendu de madrépores fossiles appartenant à une seule et même espèce, très-analogue à la *cespitosa* : et il est à remarquer que tous les cylindres madréporiques sont dans une position verticale, en sorte qu'ils ont presque conservé leur position originaire. Dans ce cas et dans les précédens, peut-on, pour expliquer un pareil phénomène, recourir à une inondation ?

§ 515. Après les madrépores, on doit prendre en considération les dépouilles des vers litophages qu'on observe dans les couches solides des pierres ou marneuses ou calcaires, et qui ont été, non transportées par une inondation passagère, mais

bien sûrement déposées par les animaux qui ont vecu et se sont propagés dans le lieu où l'on les trouve maintenant, lorsque la mer y faisait un séjour stable. Je rapporterai ici quelques observations recueillies par Brocchi, relativement à plusieurs pays de l'Italie dans lesquels le même phénomène se fait remarquer (Voy. *Conchyologie fossile*, pag. 140). M.r Monti trouva dans les collines du Boulonais, des pierres corrodées par ces vers, et qui en contenaient encore la coque. La même observation a été faite par M.r Michieli sur le mont de Cetona, près les bains de S.t Casciano, et dans d'autres pays de la Toscane; par MM.s Baldassarri et Soldani dans les couches des montagnes circonvoisines de Sienne; par M.r Santi dans d'autres lieux du Siennais; par M.r Baldassarri que j'ai déjà cité, dans les couches calcaires du Mont-Alceto, et par M.r Targioni dans le val de Chiana et dans les environs de Florence. Outre ces exemples rapportés par Brocchi, M.r le conseiller Cortesi a trouvé dans les collines du Placentin, au voisinage de Lugagnano, une couche pierreuse de marne bleuâtre qui était au dépôt d'innombrables dépouilles de testacés litophages de plusieurs espèces. La couche pierreuse percée par les vers litophages, est converte d'autres bancs coquilliers qui dans quelques endroits s'élèvent j'usqu'à la hauteur de 400 pieds. Enfin Bowles dans plusieurs lieux de l'Espagne

et particulièrement dans la Vielle Castille, vit des collines de pierre qui contenaient des pholades.

§ 516. Que si mettant de côté les madrépores et les vers litophages, nous examinons avec attention les coquilles, comme il en est quelques-unes que la nature a destinées à naître, à se développer et à mourir dans le même site, et qu'elles ne jouissent point de la faculté de pouvoir changer de place, le même raisonnement que nous avons déjà fait, sera encore applicable à ces espèces animales. Mais il y a ici une autre circonstance qui me semble démontrer jusqu'à l'évidence, que ces corps marins n'ont été ni transportés, ni déposés par aucune inondation passagère, et cette circonstance consiste en ce que ces mêmes corps marins ce trouvent distribués par familles, et que tandis que dans une couche, on ne trouve que des individus d'une seule famille, l'on en observe dans les couches contiguës, qui appartiennent à des familles différentes. Les énormes masses de pierre calcaire grossière qu'on transporte journellement à Paris pour les constructions de cette vaste capitale, sont presque entièrement composées d'une seule espèce de coquille en forme de vis, à laquelle les naturalistes ont donné le nom de *cerite*, et qui a beaucoup de ressemblance avec le *cerithium serratum*, coquille très-fréquente vers les

îles des Amis. Les bancs des carrières du Mont-Rouge, près de cette ville, sont non-seulement composés de la même espèce de coquille, mais ils reposent sur d'autres bancs également hauts et solides, qui sont presque entièrement formés d'un très-petit corps marin globuleux, un peu comprimé, auquel on a donné le nom de *miliolite*, à cause de sa forme et de sa petitesse. Quelques chaînes de collines sont entièrement composées de numismales: une montagne du val Lumezzano, dans la province de Brescia, présente des agglomérats de mitules; et dans la rivière de Gênes, les éminences calcaires depuis Final jusqu'au port de Monaco, ce qui fait un espace de 70 milles, semblent uniquement formées de pectinites triturés, maintenant inconnus dans cette mer.

§ 517. Soldani nous a laissé sur cet objet des notices très-précieuses. Ce célèbre observateur a remarqué que les diverses espèces de coquilles dans les territoires de Sienne et de Volterra, ne se trouvent jamais confusément amoncelées, mais que le plus souvent elles se présentent dans des positions déterminées. Quelques terres contiennent des buccins et des coquilles microscopiques; d'autres comme les sables du lieu appelé la *Monaca*, des univalves moins petits. Les collines de Monte *Liscai* renferment des huitres communes, et les craies du territoire de Sienne à *S.t Quirico*,

et celles de Volterra à *Gambassi*, des huîtres gigantesques. On voit les cames aux *serres de Rapolano*; les échines grands et discoïdes, près de *S.t Quirico*, à *Montalcino*, à *Sarteano*; et de petits échines en forme de boutons, dans la campagne de *S.t Geminiano*. Le mont *Celso*, près de Sienne, est rempli de pectinites; dans les collines de *S.t Miniato*, les huîtres sont en si grande abondance, qu'on s'en est servi pour faire de la chaux. Près de *Colle*, il y a une couche entière d'huîtres poliginglimes; en un endroit de Pescaja, territoire de Sienne, on ne remarque que des turbinites turrites, tandis que dans un autre, au pieds des monts de Luriano, on ne trouve que des serpules.

§ 518. Cette distribution régulière s'observe encore en quelques lieux, dans le calcaire solide compacte, de formation ancienne. Je n'ai pu distinguer dans la pierre calcaire compacte de la haute montagne de Pietra-Roya, au royaume de Naples, d'autre genre de testacés, que celui des pectinites : il en est de même de la montagne de Vico, au golfe de Naples; on n'y voit que les orthocératites encastrés dans le calcaire compacte. Pourra-t-on jamais croire que dans une inondation générale pendant laquelle tous les corps enveloppés par les eaux, devaient être confusément mêlés ensemble, ces corps se soient régulièrement séparés, et que quelques espèces

seulement aient été déposées dans une contrée pour y former des dépôts immenses, tandis que d'autres espèces ont été déposées dans des contrées différentes. Ce n'est que par le séjour tranquille et continué de la mer dans un même lieu, qu'une espèce a pu jouir de la faculté de s'y propager, phénomène qu'on observe fréquemment dans la mer, où certaines espèces réunies en familles, se multiplient prodigieusement dans un site plutôt que dans un autre.

§ 519. En outre, comment expliquer l'état de parfaite intégrité où se trouvent dans nos collines, les coquilles les plus légères et d'une extrême délicatesse, et les corps très-fragiles des poissons, qui souvent appartiennent, tant les unes que les autres, à des mers maintenant très-éloignées? Comment concevoir transportés par le mouvement irrégulier et tumultueux d'une inondation rapide et passagère, les cadavres de ces animaux que nous trouvons entiers, et ensevelis dans des climats très-différens de ceux où leurs espèces se propagent aujourd'hui? Que si des animaux, nous passons aux végétaux, est-il possible que des fougères aient voyagé depuis l'Amérique jusques en France et en Angleterre; que des plantes très-délicates aient été violemment transportées depuis la zone torride jusqu'au Bolca; qu'elles aient conservé leurs feuilles intactes, et qu'elles aient été déposées dans des schistes

calcaires argileux ou bitumineux, et dans des ardoises avec cette précision et cette exactitude qui indiquent le talent d'un botaniste, lorsqu'il dispose les plantes dans son herbier?

§ 520. Je ne dois pas passer sous silence un fait qui mérite d'autant plus d'attention, qu'il n'est pas unique dans son genre. Sur les squelettes de ces cétacés que M.r Cortesi fit déterrer dans les collines de Plaisance, et qui sont aujourd'hui conservés dans le cabinet de l'Administration des mines, on voit les dépouilles de quelques coquilles qui y sont nées et y ont pris leur croissance, puisque leurs coques se sont adaptées à la figure et aux sinuosités des os à la superficie desquels leurs germes s'attachèrent pour s'y développer. On ne saurait expliquer cet intéressant phénomène, qu'en supposant que lorsque la mer couvrait la cime de l'Apennin de Plaisance, les squelettes de ces cétacés qui étaient morts dans ce même lieu, restèrent assez long-temps ensevelis sous les eaux, pour que les coquilles qui y étaient adhérentes, pussent se développer et y vivre, comme elles naissent et vivent attachées aux rochers. Ensuite la mer s'étant retirée, les squelettes restèrent ensevelis dans le même endroit avec les autres corps abandonnés par les eaux. J'aime à croire que personne ne voudra imaginer que la mer ait transporté ces squelettes sur la cime des monts de l'Apennin, sans les briser, sans les éparpiller.

§ 521. Le savant naturaliste Pino a nié ce fait, et dans ses *Réflexions analytiques sur les systèmes géologiques*, pag. 81, après avoir dit qu'il a vainement tâché plusieurs fois de reconnoître la vérité du phénomène que j'ai exposé dans l'*Introduction à la géologie*, il ajoute que dans le nombre de ces coquilles pour la plupart bivalves, il y en a qui ne sont évidemment adhérentes aux os, que par l'intermédiaire d'une marne un peu tenace, et que dans les autres, il semble que la superficie convexe d'une valve occupe le vide d'un enfoncement qui existait dans les os mêmes. Il pense que de là, on ne peut pas déduire que les germes de ces coquilles se soient arrêtés et développés dans le même lieu; et il conclud qu'il est beaucoup plus vraisemblable que l'adhérence des coquilles n'eut lieu qu'après qu'elles eurent acquis ailleurs la grandeur qu'elles ont à présent, d'où il doit s'ensuivre qu'elles furent transportées par un courant, avec les os des cétacés.

§ 522. Ces assertions d'un professeur si distingué, et qui avait journellement sous ses yeux les squellettes dont il est question, m'inspirèrent naturellement quelques doutes, et je craignis de m'être mépris. J'examinai donc de nouveau et plusieurs fois, les cétacés, et ne me fiant point au rapport de mes yeux, je m'adjoignis des personnes très-instruites en cette matière. J'observe

du reste qu'à la page 172 du tom. 2 de l'*Introduction à la géologie*, je disais: « les dépouilles » de *quelques coquilles* qui sont nées et ont pris » leur croissance sur ces os, etc. » Cette expression *quelques coquilles* restreint ma proposition; en sorte qu'on ne doit point l'appliquer à toutes les coquilles. Cela posé, il faut savoir qu'on voit deux qualités de coquilles adhérentes aux os; quelques-unes sont de celles qu'on appelle *libres*, et qui peuvent changer de place; mais les autres sont de celles qui naissent et vivent attachées à un point fixe. Les premières sont en petit nombre et véritablement adhérentes aux os par le moyen de la marne, comme le dit M.r Pino: mais les autres sont du genre des huîtres qui destinées par la nature à vivre et à mourir dans la même place où elles sont nées, se trouvent unies aux os par une adhérence propre et immédiate, de sorte qu'en ayant pris la forme, on reconnoît qu'elles sont nées sur ces os, et s'y sont développées; et si leur premier accroissement s'est effectué dans quelque point où l'os était revêtu de boue marine endurcie, alors les coquilles, en croissant, ont pris la figure du lieu où elles se trouvaient. Si l'on veut supposer que les coquilles d'huîtres qui sont nées et ont pris leur croissance ailleurs, transportées par un courant, se sont rencontrées avec les os des cétacés, il sera bien difficile de concevoir comment il a

pu se faire que cette rencontre ait été toujours accompagnée d'une combinaison assez constante et assez favorable pour que les parties convexes de leurs valves aient rencontré les enfoncemens qui existaient dans les os, et qu'en outre ces enfoncemens aient eu précisément la figure et la grandeur nécessaires pour que les coquilles aient pu s'adapter parfaitement aux irrégularités de la forme de ces mêmes enfoncemens, en sorte que les parties des uns et des autres se soient jointes exactement.

§ 523. Il ne sera pas hors de propos de rapporter ici ce que M.r Brocchi a écrit sur ce sujet. Ce savant naturaliste était alors directeur du cabinet de l'Administration des mines où l'on conserve les os des cétacés dont je viens de parler; il pouvait faire toutes les observations que l'intérêt de la vérité et de la science semblait exiger, et comme son ouvrage ne fut imprimé que quelques années après la publication de l'opuscule de M.r Pino, il devait par conséquent connoître les doutes que celui-ci avait élevés. A la pag. 178 de la *Conchyologie fossile sous-apennine*, il s'exprime ainsi : « Quelques-uns de ces os de baleine trouvés » dans le Placentin, et un morceau de mâchoire » qu'on conserve dans le cabinet de Florence, » sont incrustés d'huîtres qui naquirent et prirent » leur croissance sur ces os, puisqu'on distingue » fort bien que les coquilles sont adaptées aux

» inégalités du corps avec lequel elles sont en
» contact. Dans la grande baleine de M.r Cortesi,
» la cavité intérieure des évents situés dans la
» partie supérieure du crâne, est couverte d'huî-
» tres, ce qui est un indice manifeste que ces
» cétacés séjournèrent long-temps en forme de
» squelettes, sous les eaux de la mer, de sorte
» qu'il n'est pas possible d'imaginer qu'ils aient
» été transportés accidentellement par quelque
» inondation passagère. » Enfin je veux bien
croire que M.r le professeur Pino ne recusera
pas sur ce point, le témoignage du même M.r
Cortesi, c'est-à-dire, de celui qui fit, sous ses
propres yeux, déterrer dans les collines du Pla-
centin, les os de la baleine. Voici comme il s'ex-
plique dans la description qu'il en a donnée,
pag. 234 du tome pour l'an 1807, de la *Nouvelle collection d'opuscules qui intéressent les sciences et les arts*, imprimée à Milan. « On trouva au-
» tour du squelette, une immensité de coquilles . . . .
» On voit plusieurs de ces coquilles comme col-
» lées aux os . . . . les restes de apophyses qui
» se sont conservés dans quelques vertèbres, sont
» revêtus d'huîtres qui en suivent la forme . . . .
» il y en avait aussi sur la tête qui étaient amon-
» celées par-ci, par-là, et l'on en remarquait
» un grand nombre dans la fosse nasale ex-
» térieure, comme dans la plus interne des
» narines . . . . . . Elles en tapissent les parois

» auxquelles elles sont étroitement attachées.» D'après ces observations et bien d'autres que je supprime pour abréger, M.r Cortesi conclud que pendant le long espace de temps que ce squelette demeura enseveli sous les eaux, des milliers de vers testacés prirent croissance et se propagèrent autour de lui ainsi qu'autour d'un rocher.

§ 524. Il suit de tout ce que nous venons de dire, que si nous ne voulons pas nous tromper nous mêmes, et détourner les faits de leur vrai sens pour les accommoder à nos idées, nous devons reconnoître que tous les phénomènes géologiques démontrent que les corps organiques terrestres et marins ont vecu, que leurs espèces se sont propagées, et que leurs dépouilles sont restées ensevelies dans les lieux où l'on en trouve aujourd'hui les traces ou les empreintes. Il y a certainement eu sur le globe des inondations extraordinaires et violentes (1); mais ce n'est pas par un tel moyen, qu'on peut rendre raison de beaucoup de phénomènes. Parmi les naturalistes,

(1) On doit prendre en très-grande considération les paroles que le prêtre de Sais adressa à Solon suivant le fameux passage de Platon dans le Timée : « Comme nous avons fait usage de » l'écriture avant les autres nations, nous avons conservé la mé- » moire des faits historiques les plus anciens. Vous autres Grecs, » vous ne connoissez qu'un déluge, quoiqu'il y en ait eu plusieurs; » et parce qu'alors vous étiez privés de l'usage de l'écriture, » vous ignorez ce qui est arrivé dans des temps très-reculés, » ainsi que les révolutions antérieures. »

l n'y a peut-être pas de plus zélé défenseur du léluge, que M.r De Luc : cependant l'évidence les faits l'a souvent obligé à s'écarter des opinions qu'il a adoptées sur ce sujet. Voici comme il s'exprime dans ses lettres à Blumenbach, pag. 19 : « On voit, dit-il, sans aucun doute, que les » restes des animaux exotiques, tant terrestres » que marins, ont été ensevelis sous les eaux de » la mer, dans les lieux où l'on les trouve. » A la page 59, il ajoute: « On ne peut étudier » attentivement les restes d'animaux marins dans » les couches de toute espèce qui les contiennent, » sans reconnoître que les animaux dont-ils nous » manifestent l'existence passée, vivaient dans » les lieux mêmes où on les trouve, et qu'ils » y pullulaient. » A la pag. 61, il revient sur la même idée, et il affirme « qu'il est évident » que les races des animaux marins trouvées dans » nos couches, ont vecu et pullulé dans ces » couches mêmes. » Il enseigne la même doctrine dans son *Traité élémentaire de géologie*, imprimé en 1809, où, pag. 392, après avoir exposé le phénomène des coquilles que l'on trouve dans les couches régulières de marne, d'argile et de sable, et avoir observé que quelquefois une espèce de ces couches est la même, et continue dans toute la profondeur à laquelle on peut arriver, pendant que d'autres fois elle change à mesure que l'excavation s'approfondit ; et que

dans ce cas, lorsqu'on a trouvé les coquilles d'une famille dans une espèce de couches, on rencontre des familles différentes, si les couches viennent à changer de nature; il conclud que quoique ces corps marins prouvent évidemment que nos continens ont été couverts par la mer, cela ne peut pas avoir été l'effet du déluge, puisqu'on ne remarquerait que confusion dans les substances mobiles de la superficie; et il finit par dire que ces couches régulières furent les dernières précipitations produites dans le sein de la mer, pendant que les animaux marins se multipliaient sur son fond.

§ 525. Le religieux Linné dans son discours *De telluris habitabilis incremento*, après avoir exposé quelques-uns des phénomènes que nous avons rapportés, conclud ainsi: *Qui hæc omnia diluvio adscribit, quod citò ortum, citò transiit, is profectò peregrinus est in cognitione naturæ, et ipse cæcus aliorum oculis videt, si quid videt.* Le savant jésuite Boscovich dans ses lettres à Valisneri écrites en 1772, et publiées à Venise par M.r l'abbé Morelli en 1811, en parlant des corps organiques fossiles, les appelle des signes qui nous restent des nombreuses révolutions qui doivent être arrivées ou en même temps sur toute la surface du globe, ou plutôt, comme il le croit, dans les diverses parties de ce globe, à des époques qui embrassent des années et des siècles différens.

Lors donc qu'on traite du phénomène des corps organiques fossiles, on ne doit point recourir au déluge; et il me semble que c'est avoir peu de respect pour les livres sacrés, que d'abuser de leur autorité pour appliquer aux phénomènes de la nature, les explications le plus contraires à tous les principes de la physique et aux observations les plus décisives. C'est contre cet abus que se récriait avec juste raison, de son temps, Bacon de Vérulam, lorsqu'il écrivit dans l'aphorisme 65, liv. 1 : « Quelques écrivains modernes ont poussé la vanité à un tel point, » qu'ils ont eu la folie de chercher dans le premier chapitre de la Genèse, dans le livre de » Job, et dans d'autres passages de l'écriture » sainte, des fondemens à la philosophie naturelle. C'est vouloir trouver ce qui est mort » parmi ce qui est vivant. Il importe d'autant » plus d'imposer des bornes à ce mauvais génie, » que de la confusion des choses humaines avec » les choses divines, il doit résulter non-seulement une philosophie fantastique, mais encore » une religion hérétique (1). »

(1) Nous avons traduit littéralement ce passage de Bacon, de la version italienne du *Novum organum scientiarum*, publiée à Bassano en 1788, avec l'approbation de l'Inquisiteur du Saint Office. On observe que l'ouvrage précité n'a jamais été censuré, quoiqu'un autre traité du même auteur, qui a pour titre : *De dignitate et augmentis scientiarum*, ait été prohibé avec la réserve *donec corrigatur*. Cette observation ne sera pas inutile dans quelque partie de l'Europe, même dans le 19.e siècle.

§ 526. Enfin j'observerai que quelques naturalistes, sans recourir à une inondation générale et passagère, ont voulu expliquer par le mouvement des eaux de la mer, lorsqu'elle couvrait en grande partie le globe, les phénomènes que nous avons exposés. C'est ainsi qu'Ébel a cru possibles les transports des corps organiques animaux ou végétaux, des lieux très-éloignés, assurant que les nombreux poissons et végétaux des mers et des terres australes, trouvés dans le mont Bolca, les os d'éléphans et d'autres animaux qu'on découvre dans les collines du Placentin, du Véronais et du Vicentin, semblent prouver que le principal mouvement de la mer qui couvrait autrefois l'Italie, était dirigé du sud-est au nord-est, au moyen de quoi, ces animaux furent emmenés jusqu'au pied des Alpes où il se trouvent enterrés. Cependant le même auteur, en parlant des tendres astéries indiennes que renferment les schistes calcaires de Pappenheim, reconnoît qu'elles n'auraient pas pu arriver jusqu'à cet endroit, transportées par les flots de la mer, sans être brisées et détruites. Le problème est le même tant pour les astéries de Pappenheim, que pour les poissons et les plantes du Bolca et des autres pays. En outre, les phénomènes exposés sont tels, qu'on ne peut rendre raison de leur existence, dans l'hypothèse dont il s'agit ici, soit dans toute autre où l'on suppose des mouvemens et des transports irréguliers.

CHAPITRE LXXXVII.

Réflexions sur l'hypothèse d'un changement ou lent, ou rapide dans la position de l'axe du globe.

§ 527. Le phénomène que nous examinons, présente deux questions principales: la première consiste à savoir, comment les dépouilles des corps organiques se trouvent dans des climats différens de ceux qui conviennent aujourd'hui à leurs espèces, en supposant que quelques espèces organiques fossiles aient réellement leurs analogues parmi les espèces vivantes, mais dans des contrées lointaines? La seconde est de savoir, comment les corps marins ont pu exister et se propager dans des lieux maintenant très-éloignés de la mer ou très-élevés au-dessus de son niveau? La-Marck pour résoudre ces deux difficultés, a imaginé un déplacement progressif et lent des deux axes de la terre, par lequel l'axe de l'équateur va prendre la position de l'axe des pôles, pendant que celui-ci passe à la place du premier. Il doit résulter de là, un déplacement successif des mers, et un changement lent et progressif des climats. Donc suivant cet auteur, la mer ne s'est retirée des lieux qu'elle occupait, qu'en obéissant à une cause lente et toujours active,

et comme cette cause n'a pas cessé d'agir, il est probable que les parties du globe qui sont maintenant à découvert, redeviendront, dans le cours des siècles, le fond même de la mer, en sorte que le lit actuel des eaux se trouvera un jour changé en terres desséchées et découvertes.

§ 528. L'idée de La-Marck n'est pas nouvelle: elle s'était encore présentée à Franklin qui dans une lettre écrite de Passey, le 22 septembre 1782, à M.r l'abbé Soulavie, dit que si quelque force faisait changer graduellement l'axe du *globe*, et le plaçait dans la position qu'occupe à présent l'équateur, il en résulterait un abaissement des eaux dans les régions équatoriales actuelles, et un exhaussement dans les régions polaires. Dans ce cas, de vastes terrains qui sont maintenant couverts par les eaux, se trouveraient à découvert, tandis que d'autres qui sont à sec, seraient submergés, les eaux s'élevant ou s'abaissant dans les différentes extrémités d'environ 5 lieues, puisque la différence des deux diamètres est d'à-peu-près 10 lieues. Très-long-temps avant Franklin, Alexander ab Alexandro, auteur du 15.e siècle, dans le cap. 9, livre 5 *Genialium dierum*, parmi les hypothèses qu'il fait pour expliquer le séjour de la mer sur beaucoup de parties du continent qui sont maintenant à sec, indique celle d'une situation différente de l'axe du globe, qu'il désigne par les mots: *Mutatis cardinibus*.

§ 529. Cependant cette hypothèse n'est ap-
·ouvée ni par les astronomes, ni par les phy-
:iens, malgré les argumens par lesquels La-Marck
tâché de la rendre vraisemblable. Les premiers
: reconnoissent dans l'axe de la terre, d'autre
ouvement que celui du léger déplacement de
appelé nutation de l'axe, par lequel celui-ci
·crit un cercle de 18″ de diamètre dont le centre
t le lieu moyen du pôle, l'entière révolution
ccomplissant en dix-huit ans et huit mois. Il n'y
du moins que je sache, aucun astronome qui
: observé dans l'axe de la terre, le mouvement
gulier et progressif que suppose La-Marck. La-
ace termine le chapitre 13, du 4.e livre de
Exposition du système du Monde, en disant que
si la terre tournait successivement autour des
divers diamètres formant entr'eux des angles
considérables, l'équateur et les pôles change-
raient de place, et les mers en se portant vers
le nouvel équateur, couvriraient et découvri-
raient alternativement des hautes montagnes :
mais toutes les recherches que j'ai faites sur
le déplacement des pôles de rotation à la sur-
face de la terre, m'ont prouvé qu'il est insen-
sible. » Quant aux physiciens, il leur semble
fficile de concevoir comment la région équa-
riale, en s'avançant vers un des pôles de la
rre, devient soumise à une action plus intense
s causes dégradantes et se déprime: il est encore

bien plus difficile d'imaginer comment la région polaire, déjà consolidée, va se soulevant à mesure qu'elle se rapproche de l'équateur, en sorte qu'elle puisse former la protubérance équatoriale.

§ 530. Indépendamment de ces raisons astronomiques et physiques, il y a un phénomène géologique qui s'oppose à ce lent, tranquille et successif déplacement des mers, et c'est celui d'après lequel il semble que les poissons auraient dû suivre le cours des eaux. Lorsque dans les marées régulières, la mer se retire de *quelques* parties d'une plage où elle était montée pendant le flux, les poissons suivent toujours le mouvement de leur élément natif, à moins que quelque circonstance particulière n'en ôte le pouvoir à quelques individus. Comment donc expliquer le phénomène de ces nombreux cimetières de poissons que l'on trouve dans des lieux maintenant très-éloignés de la mer ou sur des montagnes très-élevées au-dessus de son niveau. Les poissons fossiles ne sont pas aussi fréquens que les coquilles, parce que leur structure molle et la facilité avec laquelle leurs corps se décomposent, causent leur rareté en comparaison de ces animaux marins qui se trouvent renfermés dans une matière calcaire très-dure. On trouverait encore des poissons ou leurs empreintes, si non dans tous les lieux, du moins dans la plus grande partie de ceux où l'on découvre les restes

:s corps marins, s'il y avait eu concours des
-constances nécessaires, qui me semblent être
ne retraite violente de la mer, une vase abon-
nte qui enveloppe les corps marins et les dé-
nde du contact de l'air, et le prompt dessé-
ement de cette vase, qui fait que les parties
reuses se rapprochent et se durcissent, avant
e la putréfaction s'empare de la substance ani-
ale. La pierre calcaire schisteuse sert ordinai-
ment d'enveloppe à ces poissons fossiles, et la
ltiplicité des veines de cette pierre qui sont
use qu'elle se partage si facilement, rend très-
aisemblable l'idée que nous avons émise, puis-
on voit que dans une substance pierreuse les
tes sont d'autant plus fréquentes, que sa con-
idation a été plus rapide. Ce qui paroît cer-
n, c'est que la mer doit s'être retirée avec
lence et rapidité, de ces lieux où l'on trouve
s cadavres des poissons bien conservés, et je
rais presque dans l'état de momies. Ces échan-
llons du Bolca, dans lesquels on voit un
isson surpris par la mort au moment où il
alait un poisson moins grand, ont excité l'at-
ntion de tous les naturalistes.

§ 531. Il est vrai que comme l'eau entraîne
ec elle tout ce qui peut surnager, il semble
abord que lorsqu'elle se retire avec rapidité d'un
u, les poissons devraient encore dans ce cas,
re emportés par le courant du fluide: mais on

doit observer que les poissons ont la faculté de rendre leurs corps spécifiquement plus ou moins légers que l'eau (1), et sentant que celle-ci est violemment agitée, comme cela doit arriver lorsque sa masse se dirige avec impétuosité vers un point, il est très-naturel qu'ils cherchent un asile dans la vase du fond, et qu'ensuite ils ne puissent pas regagner les eaux qui se sont retirées avec rapidité. Ce phénomène a eu lieu deux fois dans le mois de juin 1809, savoir, le 4 dans le golfe de la Spezia, et le 27 dans celui de Naples, ce qui fut annoncé par toutes les feuilles publiques de l'Italie. Dans ces lieux, la mer s'éleva rapidement d'environ 3 pieds au-dessus de son niveau ordinaire: la durée de cette marée extraordinaire fut dans son élévation et dans son abaissement, de 15 à 20 minutes. Des poissons de trois, quatre et cinq livres furent transportés par le flux, et trouvés sur le sable resté à sec. Dans la plage occidentale du golfe de la Spezia, on prit de cette manière, des poissons très-gros abandonnés sur des bancs de vase. On doit aussi considérer que comme le fond de la mer n'est pas toujours sur un plan horizontal, si dans la région que sa retraite laisse à découvert, il y a des enfoncemens ou des profondeurs, il se formera dans

(1) On peut voir ce qui a été écrit sur ce sujet, par M.r le professeur Configliacchi, dans son *Mémoire sur l'air contenu dans la vessie natatoire des poissons.*

ces endroits des lacs où se rassembleront les poissons qui n'auront pas pu suivre le cours de la masse générale des eaux. S'il n'est resté aucune communication entre ces lacs et la mer, et si des fleuves ou des sources considérables d'eau ne les alimentent pas, la seule évaporation qui a lieu pendant l'été, peut tellement diminuer la quantité du fluide, que les rayons solaires agiront sur le fond fangeux du lac, et alors il se dégagera de ce fond, beaucoup de gaz capables d'occasionner la mort des poissons qui resteront enveloppés dans la vase qu'une évaporation continuée desséchera en peu de temps.

§ 532. Il ne sera pas hors de propos de rapporter ici un fait sur lequel j'ai écrit dans une autre occasion. Pendant mon séjour à Naples et durant l'été de 1795, on répandit le bruit qu'il s'était opéré dans le marais de Linterno, appelé aujourd'hui lac de Patria, une grande mortalité de poissons, que l'on faisait monter à environ huit cents mille livres de 16 onces. La vérification du fait devint un sujet de contestation juridique entre le fermier du lac et le propriétaire, et l'explication du phénomène occupa l'esprit des physiciens. Quelques-uns imaginèrent une tempête accompagnée de beaucoup de foudres; d'autres un tremblement de terre; d'autres enfin une mofette qui s'était dégagée du fond du lac. J'allai le visiter deux fois, et comparant

les récits des témoins les plus sensés et le moins intéressés pour l'une ou l'autre des parties litigantes, je conjecturai qu'on pouvait évaluer la quantité de poissons morts, à quarante mille livres. La cause la plus simple et la plus probable me semble avoir été l'action des rayons solaires sur le fond fangeux du lac, qui, dans quelques endroits, a à peine deux pieds de profondeur. Il devait résulter de cette action, un développement très-considérable de gaz hydrogène des marais, et une forte caléfaction tant de l'eau que du fond, ce qui devait être d'autant plus funeste aux poissons, qu'on avait négligé de tenir ouverte la communication du lac avec la mer, et pendant une saison qui avait été encore plus chaude qu'elle ne l'est ordinairement dans un climat dont la température est naturellement très-élevée. Cependant comme les cadavres des poissons exposés à l'action de l'air, se décomposent promptement, il est nécessaire pour expliquer le phénomène des poissons fossiles, non-seulement que leur mort ait été instantanée, mais encore que leurs dépouilles aient été enveloppées par une boue assez tendre pour recevoir l'empreinte et assez dense pour les défendre du contact de l'air.

§ 533. Il me semble qu'on pourrait tirer de là quelques conjectures pour expliquer l'origine de ce singulier dépôt de poissons fossiles du Bolca.

Lorsque les cavernes situées dans les lieux mainnant occupés par l'Adriatique, s'écroulèrent, ou qu'il arriva sur le globe quelqu'autre bouleversement qui força la mer à se retirer avec violence de la base des Alpes, il se forma entre Vérone et Vicence, des amas considérables de vase, dans lesquels les poissons qui, n'ayant pu suivre le cours des eaux, y avaient cherché un asile contre la fureur des vagues, restèrent emprisonnés. Lorsque les eaux eurent abandonné ce pays, la vase qui ne tarda pas à se dessécher et à se durcir, forma un schiste calcaire fétide, à cause de la matière grasse ou animale qui, y étant répandue, fut dans certains endroits assez abondante pour donner une couleur noire aux faces de la pierre correspondantes à l'empreinte du poisson. La multiplicité des veines qu'on observe dans le schiste marno-bitumineux du Bolca, démontre son prompt dessèchement, et c'est à la fréquence des fentes occasionnées par ces veines, qu'on doit attribuer la difficulté de pouvoir obtenir des échantillons de grands poissons fossiles de cette contrée, qui soient entiers (1). Il est

(1) Quelques naturalistes ont voulu soutenir que les poissons du Bolca furent enveloppés dans des amas de cendres provenant de l'éruption de quelque volcan voisin : mais quoiqu'on attribue à cette contrée basaltique, une origine volcanico-marine, il est certain que les poissons fossiles qu'elle renferme, sont ensevelis dans un schiste marno-bitumineux qui n'a aucun rapport avec les cendres volcaniques, et que toutes les apparences doivent faire regarder comme le produit d'une boue marine.

rare, en effet, de pouvoir retirer des excavations un poisson qui soit d'une grandeur considérable et dans son intégrité, et qui ne se brise en divers morceaux qu'on est obligé de rassembler et de rejoindre par le moyen d'un mastic. Si cette opération n'est pas dirigée par une personne intelligente et attentive, il arrive assez souvent que la tête ou la queue d'un poisson est attachée au corps d'un poisson d'une espèce différente.

§ 534. Mettant de côté l'hypothèse de La-Marck établie sur un déplacement lent et successif de la mer qu'aurait produit une variation dans la position de l'axe de la terre lequel s'avance régulièrement vers l'équateur, examinons l'autre hypothèse, savoir, celle d'un prompt changement survenu dans la position du même axe, ce qui aurait occasionné un transport violent de la mer d'un lieu dans un autre, et un changement rapide des climats. Ce phénomène aurait pu avoir lieu par l'effet d'une variation dans la position du centre de gravité du globe, ce qui serait arrivé dans le cas d'un écroulement considérable du fond de la mer ou de quelque partie du continent, puisque le déplacement d'une grande masse d'eau joint à celui de cette quantité de matière qui formait les voûtes et les parois écroulées de la cavité, a été capable de changer la position du centre de gravité, celle de l'axe de

la terre, et par conséquent les climats. Si le phénomène de l'Atlantide dont nous avons parlé dans le chapitre XXIII, a eu réellement lieu, s'il a existé une époque à laquelle l'océan a fait une irruption dans la Méditerranée, ou à laquelle cette mer intérieure a déchargé une partie de ses eaux dans l'océan, en un mot, toutes les fois que dans notre globe il est arrivé quelque événement extraordinaire qui a fait changer de position à une grande masse de matière solide ou fluide, il est très-probable que ce déplacement aura occasionné une déviation dans le centre de gravité, et produit les révolutions qui devaient s'ensuivre. Cette idée s'était aussi présentée à De-Luc, qui, dans ses *Lettres à Blumenbach*, pag. 352, dit que « si l'on considère les conséquences statiques du déplacement subit d'une » masse telle que celle de la mer, on verra que » la vitesse et la direction du mouvement des » parties de cette masse, qui changèrent de parallèle, ne put qu'influer à quelques degrés » sur la vitesse et la tendance de direction du » mouvement des parties du globe, où elles arrivèrent et furent retenues, et apporter ainsi » quelque changement tant dans son mouvement » de rotation, que dans la position des pôles, » et même dans l'inclinaison de son axe sur le » plan de son orbite : et d'un autre côté, les » continens s'étant affaissés, et une partie des

» eaux de la mer ayant comblé de vastes cavernes
» dans l'intérieur du globe, il ne put qu'en
» résulter quelque changement dans son centre
» de gravité, et ainsi dans la direction des *fils*
» *à plomb* en quelques parties de sa surface. »

§ 535. Mais il convient de faire ici une remarque qui n'a pas échappé à l'auteur que nous venons de citer, c'est que ces changemens dans le centre de gravité du globe, ne purent être que fort petits; et si l'on voulait les supposer assez considérables pour avoir pu faire varier entièrement les climats, alors comme les pays les plus chauds seraient devenus les plus froids, les régions les plus froides seraient aussi devenues les plus chaudes, en sorte que dans les pays maintenant les plus froids, on trouverait les dépouilles des corps organiques qui appartiennent aux pays les plus chauds, comme dans les climats aujourd'hui chauds et tempérés, on devrait trouver les corps organiques des climats devenus froids, ce qui ne semble pas se vérifier du moins en général. Vers le nord, on rencontre toujours les restes des animaux qui vivent aujourd'hui dans les régions les plus méridionales; et pour découvrir quelques espèces vivantes d'animaux ou de végétaux qui aient quelque ressemblance avec les espèces fossiles, il faut avoir recours aux mers les plus lointaines et aux climats les plus chauds de la zone torride.

« Dans les latitudes septentrionales, dit Kirwan, » entre le 45.e et le 55.e degrés, on voit des dé» pouilles terrestres et marines des pays méridio» naux; mais dans les latitudes australes, on ne » trouve point de restes d'animaux ou de végétaux » des régions boréales (Voy. *Bibl. britan.*, tom. 9). » L'hypothèse d'un changement arrivé dans la po» sition de l'axe de la terre, ne paroît donc pas » vraisemblable, puisque les phénomènes géolo» giques n'indiquent point une permutation de cli» mats, c'est-à-dire que les plus chauds soient de» venus les plus froids, et que les plus froids soient » devenus les plus chauds : tout ce qu'on en peut » déduire, c'est une diminution générale de tem» pérature.

§ 536. M.r Louis Bertrand dans l'ouvrage qui a pour titre : *Renouvellemens périodiques des continens terrestres*, a proposé une hypothèse fondée sur celle que Halley avait faite pour expliquer les phénomènes magnétiques. Il regarde la terre comme une sphère creuse contenant un espace vide, dans lequel un globe magnétique peut se mouvoir et se meut effectivement : ce globe magnétique peut être transféré, par l'action d'une comète, du nord au sud, et du sud au nord, et changer la position du centre de gravité du globe. Mais comme cette hypothèse qui peut suffire pour plonger sous les eaux de la mer et pour faire ressortir ensuite les différentes parties du globe,

ne produit point cet effet sur les contrées voisines de l'équateur, lesquelles présentent tout aussi bien que les autres, les mêmes phénomènes géologiques, l'auteur a été obligé de suppléer à ce défaut. Par conséquent il suppose (Voy. sect. 60 de l'ouvrage précité) que le globe intérieur est divisé du nord au sud en plusieurs côtes ou tranches d'inégales densités; d'où il suivra que ce corps placé sous le pôle sud, par exemple, présentera ses tranches à certaines sections de la voûte terrestre: mais que passant du sud *au nord*, il ne présentera plus les mêmes tranches aux mêmes sections de la sphère; que soit chance, soit mécanisme, ses tranches les plus denses pourront répondre aux sections de la sphère auxquelles répondaient précédemment ses tranches les plus rares, qu'ainsi les mers qui s'élevaient jadis sur certaines parties de l'équateur plus que sur d'autres, s'abaissèrent davantage sur les premières que sur les secondes, et que les montagnes équatoriales tout comme les montagnes situées sur les divers parallèles de l'équateur, seront susceptibles d'immersion et d'émersion. M.r De La-Place (ajoute Bertrand) dans son traité du flux et reflux, prenant en considération toutes les forces qui agissent constamment sur la mer, démontre que le soleil, la lune, ainsi que la masse et le volume tant de la partie solide que de la partie liquide du globe et une rotation

même de celui-ci plus rapide sur son axe, n'ont pu en aucun temps élever la mer jusques sur les continens sous lesquels nous la voyons abaissée; que par conséquent si elle les a couverts pendant des siècles, comme le prouvent les observations, la cause efficiente n'en est pas dans les forces qui agissent constamment sur elle. A défaut donc de cause constante et toujours agissante, il en faut une adventive ou éventuelle, qui agisse à certaines époques et hors de ces époques suspende son action. Or, dans le système solaire, nous ne connoissons que les comètes, dont l'action sur les planètes puisse être ainsi intermittente. Une comète ne suffit point encore: les mers bouleversées pendant son passage, retourneraient bientôt à leur précédent équilibre, si une combinaison nouvelle ne leur en fesait prendre une autre. Cette combinaison ne peut appartenir qu'à la terre: il faut que dans son sein elle recèle un corps mobile, dont la place détermine celle de son centre de gravité. Ce corps, c'est l'aimant: transféré par la comète du nord au sud, ou du sud au nord, il entraîne avec lui l'océan, et l'assujettit alternativement à deux équilibres semblables, mais opposés, l'un sur l'hémisphère boréal, l'autre sur l'hémisphère austral. Telle est l'hypothèse de M.r Bertrand, sur laquelle nous ne fairons aucune réflexion, car il faudrait répéter beaucoup de

choses qui ont été dites dans les paragraphes précédens ; et nous croyons que sans recourir aux grands phénomènes astronomiques, on peut expliquer le déplacement des mers, par des moyens plus simples et plus vraisemblables, ainsi qu'on le verra bientôt. L'hypothèse que nous avons proposée aux chap. XX, XXIV et XLVII, nous semble suffisante pour rendre raison des changemens qui se sont opérés non-seulement dans la situation du lit de la mer, mais encore dans la constitution physique de la mer elle-même et de l'atmosphère, changemens par lesquels quelques espèces organiques ont été soit détruites, soit modifiées, et d'autres se sont développées de nouveau.

CHAPITRE LXXXVIII.

Examen des opinions des MM.rs De Luc et Humboldt.

§ 537. De Luc a expliqué le changement du niveau de la mer, au moyen de l'écroulement des cavernes qui existaient au-dessous de son fond; et pour rendre raison des dépouilles des corps organiques appartenant aux climats lointains, il a eu recours à diverses hypothèses, de sorte qu'il semble qu'à cet égard, son opinion n'est rien moins que décidée. Dans ses lettres à Blumenbach, pag. 236 et 395, il suppose que la chaleur était autrefois plus uniforme et plus égale sur la superficie de la terre, à cause des modifications que les rayons solaires recevaient de l'état de l'atmosphère et de la nature du sol, modifications qui faisaient que les différences de la chaleur externe n'étaient pas aussi considérables qu'elles le sont aujourd'hui dans les diverses latitudes; et que dans nos régions, les vicissitudes de la température étaient moins grandes qu'elles ne le sont à présent, du jour à la nuit, et des étés aux hivers. On ne peut pas nier que l'atmosphère, comme cause intermédiaire, ne soit capable de modifier sensiblement l'action des

rayons solaires, tant pour la production de la chaleur, que pour sa durée; et l'on est forcé de convenir que la température ne correspond pas toujours à la position du soleil. C'est ainsi que dans nos régions, les nuits sont quelquefois aussi chaudes que les jours qui les précèdent ou les suivent; et que des hivers peu froids précèdent ou suivent des étés peu chauds, modifications qui diffèrent entre les diverses contrées qui sont à la même latitude: mais je ne conçois qu'avec peine comme un état *permanent*, ce qui n'est qu'un phénomène accidentel et passager, dépendant des circonstances météorologiques. Il faudrait supposer une atmosphère différente de celle que nous avons, et il n'y a point de raison qui nous porte à croire qu'il se soit opéré quelque changement dans la constitution physique de cette atmosphère, depuis l'époque à laquelle notre globe commença a être embelli par les plantes et peuplé par les animaux. Le seul changement qu'on peut admettre dans l'hypothèse que j'ai proposée, changement que je crois être réellement arrivé, est celui d'une température plus élevée, dépendante de la chaleur qui existait encore dans le globe: mais cette température n'avait aucun rapport avec le plus ou le moins d'activité des rayons solaires, et il me paroît qu'elle aurait dû plutôt diminuer qu'accroître la chaleur produite par ces rayons,

puisqu'en traversant une atmosphère plus chaude et plus raréfiée, ils sont moins sujets à se réfracter.

§ 538. Voici une autre hypothèse du même auteur, et qui n'est pas moins difficile à soutenir. Il imagine qu'il y avait dans la mer primitive, des îles ou des terrains plus ou moins élevés, et que les corps organiques terrestres dont nous trouvons maintenant les dépouilles, étaient dans les lieux les plus bas. Il suppose ensuite qu'il s'opéra un déplacement de la mer par l'abaissement de quelques parties de son fond; dans ce cas, les terrains qui étaient originairement bas devinrent fort élevés au-dessus du niveau de la mer, et plus froids. Il me paroît cependant qu'on doit distinguer entre la température qui naît de l'élévation du sol, et celle qui résulte du climat. Dans la zone torride, nous pourrons avoir les corps organiques des climats tempérés et même froids, sur le dos ou sur la sommité des montagnes. Ainsi Linné pour expliquer comment il pouvait y avoir dans le Paradis terrestre, des animaux et des plantes de tous les climats, imagina une île sous l'équateur, et au centre de cette île, une montagne très-haute dont la cime pouvait être peuplée de corps organiques des climats froids (1); les plantes et les animaux des

---

(1) Cette ingénieuse hypothèse de Linné a été réfutée par Zinn, Bergman, Zimmerman, et récemment par le danois M.r Schouw, dans une savante Dissertation qui a pour titre: *De sedibus plantarum originariis*.

climats chauds faisaient l'ornement de la base; et les corps organiques des climats tempérés trouvaient un asile entre ces deux extrêmes, vers le milieu du dos de la montagne. Mais dans la zone tempérée, et bien moins encore dans la zone glaciale, même au niveau de la mer, les corps organiques de la zone torride ne pourraient se développer spontanément, ni se propager; aussi sur les côtes de la mer du nord, ne voit-on aucune de ces plantes qui végètent sur les plages de l'Amérique, dans les régions *équatoriales*.

§ 539. Pour expliquer l'origine des empreintes des plantes exotiques, particulièrement du genre des fougères qu'on trouve si fréquemment dans les schistes calcaires et argileux, De Luc forme encore une autre hypothèse. Ayant divisé en six périodes ou époques, la série des opérations qui dûrent, selon son système, précéder l'état actuel du globe, il assigne à la troisième époque, le premier développement des végétaux, et à la quatrième, la formation du soleil; d'où il déduit que lorsque les rayons solaires commencèrent à réchauffer l'atmosphère et la superficie terrestre, les espèces des végétaux que nous ne connoissons aujourd'hui que par les restes qui sont demeurés ensévelis dans les couches minérales, furent aussi modifiées. Faisons quelques remarques sur cette idée de De Luc, laissant de côté tout l'absurdité qu'il y a de vouloir raisonner sur l'état

ıysique d'une planète appartenant au système laire, et qu'il suppose néanmoins avoir existé ême avant le soleil. Comme l'enterrement des antes dont il est question, aurait eu lieu à la oisième époque, lorsque les roches secondaires étaient pas encore formées et antérieurement ıx révolutions de la superficie terrestre que De ıc assigne à des époques postérieures, on ne ›vrait trouver les empreintes que dans les couches ternes et profondes du globe. Mais l'observa-›n qui nous présente ces empreintes dans les ›uches superficielles, nous indique que nous ›vons les attribuer à une des dernières révolu-›ns qui ont déterminé l'état actuel du globe. e Luc assigne à la cinquième époque la pre-ière formation des couches calcaires, et beau-›up d'empreintes se trouvent dans les schistes lcaires. En outre, toutes les espèces de plantes ›nt nous observons les empreintes, n'ont pas é détruites ou modifiées; plusieurs manquent ›ns les lieux où l'on découvre leurs empreintes; ıelques-unes végètent néanmoins encore dans s mêmes lieux, et d'autres existent dans des ys et dans des climats différens. Pourquoi l'ac-›n des rayons solaires n'aurait-elle modifié que ıelques espèces, et dans certains climats? N'au-it-elle pas dû au contraire produire le même fet sur toutes les plantes et sur toute la su-›rficie du globe? Il semble que les plantes fossiles

que l'on trouve dans plusieurs pays de l'Europe, ont beaucoup de ressemblance avec celles des zones d'une température plus élevée, et c'est dans celles-ci que nous devons précisément chercher les types des premières, comme dans les mers du Sud on découvre les analogues de beaucoup de poissons et de testacés, qu'on ne voit dans nos contrées qu'en l'état de fossiles. Observons enfin que quelle que fût la constitution physique de ces plantes, il est bien difficile de concevoir une végétation indépendante de l'influence *solaire*. Nous n'ignorons pas que dans les plus grandes profondeurs de la mer où les rayons solaires ne sauraient pénétrer, il y a des fucus et des plantes marines verdoyantes; et que M.r Humboldt a observé que plusieurs plantes qui ont été transportées et d'autres qui sont nées et ont pris leur croissance dans les obscurs souterrains des mines, y végètent et y verdissent sans l'action de la lumière. Voilà pourquoi nous avons dit *difficile* et non *impossible*. L'atmosphère des mines contient ordinairement de l'hydrogène ou une grande quantité d'azote; et la nature pour former ce carbure d'hydrogène dont la présence fait verdir le parenchyme des plantes, peut employer des moyens différens de l'action des rayons solaires sur les organes des végétaux : mais ce n'est pas là une raison pour généraliser un phénomène qui dépend de circonstances particulières. La structure

des plantes terrestres est subordonnée à l'influence des rayons solaires : supprimer cette influence, c'est s'astreindre à concevoir un ordre de choses tout-à-fait différent, un ordre purement imaginaire, et dont la nature ne nous offre point d'exemple.

§ 540. L'illustre géologue et physicien Humboldt, pour rendre raison de la diminution de température et de la chaleur plus intense qui probablement régnait autrefois sur le globe, a recours à un moyen chimique très-ingenieux, c'est celui du calorique qui devait se développer pendant la précipitation des masses pierreuses et la consolidation des roches. Dans le temps qu'elles passaient de l'état de fluidité et de mollesse à celui de solidité, une grande quantité de calorique devait se séparer d'elles et devenir libre. Je veux bien admettre encore l'hypothèse des neptuniens sur la dissolution et la précipitation aqueuses de la matière terrestre, quoique je croie pouvoir me flatter d'en avoir démontré l'invraisemblance : j'observerai néanmoins que le calorique qui devenait libre dans la consolidation des substances pierreuses, aurait dû se communiquer à l'atmosphère et à la mer ; et par-là, on pourrait, en quelque sorte, expliquer seulement pourquoi les corps marins se trouvent dans les couches terrestres et dans des climats différens de ceux où existent maintenant soit leurs

types, soit les espèces les plus analogues. Mais comme à cette époque, la consolidation de la matière terrestre s'opérait, il n'y avait donc point de continens qui fussent desséchés; et par conséquent les végétaux et les animaux terrestres n'avaient pas encore commencé à se développer. Or puisque ces mêmes couches terrestres dans lesquelles on trouve les corps marins exotiques, contiennent aussi des empreintes de plantes également étrangères, on est forcé de dire que ces diverses classes de corps organiques *existaient simultanément*, et que cette même *température* qui convenait aux corps marins, convenait également aux corps organiques terrestres. La végétation ne put commencer sur le globe, que lorsque les continens furent formés, et à cette époque, la masse terrestre s'étant déjà consolidée, même à sa superficie, il paroît que la cause, qui, suivant Humboldt, pouvait fournir le calorique, devait avoir cessé.

CHAPITRE LXXXIX.

Il est probable que la température du globe a subi divers changemens.

§ 541. En réunissant sous un même point de vue, les observations rapportées dans les chapitres précédens, on reconnoîtra que le phénomène des corps organiques fossiles est accompagné de beaucoup de circonstances dont chacune peut être considérée comme un problème séparé; et dans ce cas, le problème général de l'origine des corps organiques fossiles, s'il était pour ainsi dire, décomposé, présenterait les problèmes particuliers suivans: 1.° comment trouve-t-on dans l'état de fossiles, quelques dépouilles de corps organiques dont les types sont absolument inconnus, ou qu'on est obligé de chercher à des latitudes et dans des climats lointains? 2.° comment rencontre-t-on les végétaux fossiles dans des sites qui sont maintenant privés de toute végétation? 3.° comment expliquer la présence des corps organiques marins non-seulement dans les couches superficielles de la terre, mais encore dans l'intérieur des roches, et dans des lieux aujourd'hui très-éloignés de la mer et fort élevés au-dessus de son niveau? 4.° comment est-il arrivé que les dépouilles des animaux

terrestres et marins se soient mêlées ensemble dans les mêmes contrées? 5.° pourquoi observe-t-on quelquefois dans un même lieu et dans des couches qui alternent entr'elles, une distribution régulière de dépouilles de corps organiques ici terrestres et là marins, sans aucun mélange? 6.° pourquoi quelques fossiles marins se trouvent-ils constamment dans des couches terrestres d'une certaine nature, et pourquoi dans ces couches voit-on figurer d'autres espèces, si la qualité de la pierre vient à changer? Peut-être y a-t-il d'autres circonstances ou d'autres problèmes particuliers qui ne se présentent point à ma mémoire, ou que de nouvelles observations pourront nous dévoiler. Un seul principe ou une seule hypothèse ne saurait suffire pour résoudre tous ces problèmes: il faudra du moins que les diverses hypothèses qu'on pourra faire pour atteindre à ce but, ne soient pas en contradiction entr'elles. Je présenterai donc ici les conjectures qui me paroissent les plus vraisemblables, et à l'aide desquelles je crois qu'on peut éclaircir les doutes ci-dessus énoncés.

§ 542. La première de ces conjectures est relative aux changemens qui ont eu lieu dans la température du globe. Quelques-uns ont pensé que la masse solaire qui forme le centre de notre système, a éprouvé quelque diminution. En comparant les mesures du diamètre solaire données par Flamstédius et par Cassini, avec celles qui

ont été prises par les astronomes modernes, il paroît que dans l'espace d'à-peu-près un siècle, il s'est opéré dans la masse solaire une diminution qui correspond à une cent-quatre-vingt-dixième partie qu'on a calculée à 168 lieues (Voy. La-Métherie, *Théorie de la terre*, tom. 5, pag. 399). On sent qu'une plus grande quantité de rayons solaires aurait pu donner aux climats aujourd'hui froids une température plus chaude. Il y a lieu de présumer que la différence observée par les astronomes modernes, dans le diamètre du soleil provient, du moins en partie, du plus d'exactitude et de précision des instrumens dont ils ont fait usage : mais on ne peut pas nier que plusieurs étoiles que nous appellons fixes, et avec lesquelles notre soleil a beaucoup d'analogie, ne perdent graduellement leur lumière, tandis que d'autres nous paroissent devenir peu à peu plus brillantes. Peut-être, dit Herschel, pourrions-nous aisément expliquer beaucoup de phénomènes d'histoire naturelle, si nous supposions que notre soleil a été tantôt plus, tantôt moins lumineux qu'il ne l'est à présent, et peut-être cette inégalité réelle de la lumière solaire nous fournirait-elle une solution facile de beaucoup de différences jusqu'à ce jour inexplicables, et qu'on a observées dans nos saisons (1).

(1) M.r Carlini, savant astronome de l'Observatoire de Brera, dans un Mémoire lu à l'Institut des sciences et arts de Milan,

§ 543. Cependant il me semble plus naturel de penser que la température de notre globe a changé indépendamment de l'action du soleil, et que la masse terrestre a passé graduellement de l'état d'incandescence à celui de refroidissement où elle est aujourd'hui. C'est une conséquence qui dérive de l'hypothèse que j'ai exposée dans les chapitres XX et XXV. Le refroidissement de la partie superficielle de notre globe fut irrégulier, violent et tumultueux, parce qu'il s'opéra par l'effet du développement des gaz: mais après que l'atmosphère se fut formée, et

---

le 28 mai de la présente année, exposa le résultat d'une série d'observations qu'il avait faites, d'abord avec un micromètre objectif de Dollond et ensuite avec un excellent instrument de passages du célèbre Reichenbach pour déterminer la mesure du diamètre du soleil, et démontra l'influence que diverses circonstances, telles que le plus ou moins de densité du verre noir, la force du verre oculaire, l'ouverture de l'objectif et autres semblables, peuvent avoir sur la détermination de cet élément. M.r Maskelin nous a laissé une longue série d'observations qui ayant été faites par la même personne et avec le même télescope, devraient être les plus propres à faire reconnoître les altérations de grandeur dans le disque solaire. En prenant la moyenne proportionnelle entre un grand nombre de ses mesures obtenues par la même méthode du passage au méridien, on a pour résultat que le diamètre équatorial du soleil était en 1765 de 31′, 33″, 2, et en 1805 de 31′, 29″, 6: la diminution serait donc visible. Mais, comme le fit observer M.r le Baron de Lindenau, cette diminution peut être attribuée à un changement survenu dans la vue de l'observateur à cause de son âge avancé et à la longue habitude d'observer. En effet, les premières observations de divers

que l'eau put passer de l'état vaporeux et gazeux à celui de fluidité, la masse interne du globe conserva encore pendant long-temps sa chaleur, et ne se refroidit que peu à peu par une transfusion progressive de cette chaleur. Pendant cette période, la superficie dut participer à une température plus élevée, qui diminua insensiblement à mesure que la partie interne se refroidissait, et que le calorique *libre* devenait *latent*, en passant de l'état de *chaleur de témperature* à celui de *calorique de composition* (Voy. § 68). Buffon a aussi pensé que notre globe, qui avait autrefois une température plus intense, s'est refroidi

---

astronomes faites en général dans leur jeunesse, bien qu'à des époques reculées, s'accordent assez bien et portent à croire que la diminution du soleil est tout-à-fait nulle, ou du moins si petite, qu'elle ne se rend pas visible dans le cours d'un demi-siècle. Voici quelques-unes des meilleurs observations qui ont été faites avec d'excellens télescopes acromatiques et par la même méthode du passage au mériden.

			Diam. équat.
Bradley	en 1750	....	31′, 32″, 0.
Maskelin	1760	....	31, 33, 2.
Piazzi	1792	....	31, 30, 7.
Bouvard	1805	....	31, 34, 6.
Lindenau	1808	....	31, 35, 3.
Carlini	1816	....	31, 33, 5.

J'ajouterai enfin que le soleil étant le centre d'attraction de notre système planétaire, si sa masse avait subi une diminution sensible, cette diminution devrait influer encore sur le mouvement de tous les corps célestes qui appartiennent au même système.

lentement. Toutes les fois que l'on conçoit la chaleur et le refroidissement du globe, non de la manière que Buffon les a supposés, mais comme je les ai proposés dans les chapitres précités, il me semble que l'hypothèse que j'ai embrassée, ne répugne à aucun principe reçu en physique. A cette époque où une plus grande chaleur de la superficie, produite par celle de l'intérieur du globe, augmentait la température des climats, dépendante de leur latitude, beaucoup d'espèces organiques pouvaient donc exister dans des *lieux* où l'on ne les trouve plus à présent, vu que cette modification a cessé, et que ces lieux sont devenus plus froids, ne jouissant que de cette seule température qu'y produit l'action du soleil. Il me paroît que cette conjecture fournit un moyen de rendre raison de l'origine des substances végétales fossiles, phénomène dans lequel il convient de distinguer deux circonstances principales, savoir, 1.° lorsque ces substances végétales se trouvent fossiles dans des lieux, qui, à cause de leur température actuelle, excluent toute végétation (Voy. § 490); 2.° lorsqu'on ne découvre les types de ces mêmes substances végétales, que dans des climats différens de ceux où leurs dépouilles sont enfouies. Pendant que la température du globe était plus grande, la végétation pouvait avoir lieu dans quelques sites très-élevés au-dessus du niveau de la mer, et à

des latitudes fort distantes de l'équateur. Les stations des plantes étaient alors bien différentes de ce qu'elles sont à présent. Ensuite là où le changement de température n'a pas détruit la végétation, les plantes qui requièrent une température plus élevée, auront cessé de végéter, et celles dont l'organisation est appropriée à une température plus basse, se seront développées.

§ 544. Le changement de température dont j'ai parlé dans le paragraphe précédent, a été général, lent et successif; mais il est probable qu'il y a eu aussi quelquefois des changemens rapides et partiels, produits par des combinaisons accidentelles, météorologiques, combinaisons qui n'ont eu lieu que dans quelque partie du globe. Nous en avons un exemple dans le Groenland. Suivant les documens historiques, la côte orientale de cette grande étendue de terre à laquelle on donna le nom de Groenland (terre verdoyante) à cause de l'abondance de ses pâturages, fut peuplée et cultivée depuis le 9.e siècle jusqu'au 14.e Un évêque y faisait sa résidence; on y voyait des églises, des monastères, deux villes et 190 hameaux. La population y était assez aisée puisqu'elle payait les décimes au Pape, en objets de commerce (Voy. Kant, *Géographie physique*, tom. 3, pag. 587, édition de Milan). Mais depuis environ trois siècles, il n'avait pas été possible d'aborder cette côte à cause des immenses glaciers

qui s'étaient formés tout autour, et il est probable que sa population fut détruite par la grande quantité de glaces que produisit quelque hiver extrêmement rigoureux. Ce n'est que dans ces dernières années, que les énormes masses de glace qui bloquaient la partie orientale du Groenland, ont commencé à se détacher, et qu'en se séparant les unes des autres, elles ont laissé entrevoir l'espérance de pouvoir aborder de nouveau cette terre. Tous les savans attendent, avec impatience, les résultats de l'expédition anglaise au pôle nord, laquelle nous donnera vraisemblablement quelque notice sur cette partie du globe qui était perdue pour nous. Peut-être est-ce à un pareil phénomène qu'on doit attribuer la destruction des grandes espèces de quadrupèdes dans quelques pays où l'on trouve maintenant leurs os.

§ 545. Buffon et après lui, plusieurs naturalistes ont pensé que quelques espèces d'animaux ont émigré peu à peu, abandonnant les régions devenues plus froides, pour aller habiter celles des tropiques où la chaleur plus active du soleil entretient sur le globe une température appropriée à leur organisation. Il est certain qu'il y a des espèces d'animaux qui sont habitués aux émigrations, ainsi qu'on l'observe dans quelques oiseaux et dans quelques poissons : mais il ne me paroît pas que ces exemples d'émigration soient applicables aux grands quadrupèdes, comme

éléphans, rhinocéros, etc. Si les espèces de ceux-ci n'existent plus dans nos contrées, c'est parce qu'elles ont été détruites par l'homme a qui elles enlevaient les moyens de subsistance. Les espèces actuellement existantes des éléphans pourraient vivre et se propager dans plusieurs pays de l'Europe, puisque, comme nous l'avons dit au § 463, les anciens Romains en maintenaient les races. Patrin (Voy. *Histoire naturelle des minéraux*, tom. 5, pag. 393) rapporte que Levaillant a rencontré des éléphans à de grandes élévations, et sur des montagnes dont la cime étant couverte de neige, y devait naturellement entretenir un froid assez rigoureux. Ajoutons que l'espèce des éléphans fossiles est différente des espèces d'éléphans qui subsistent maintenant dans l'Asie et dans l'Afrique ; et comme cette espèce fossile paroît être analogue à celle de la Sibérie (Voy. § 466), son absence dans les lieux de l'Europe où l'on trouve maintenant ses os, ne doit pas être attribuée à un changement lent de température qui a fait que ces lieux sont devenus plus froids. Les grands animaux et spécialement ceux qui sont fournis de poils et munis d'une peau forte et grossière, peuvent s'habituer à quelque climat que ce soit.

§ 546. C'est aux progrès de la population, qu'il faut rapporter l'absence des grands quadrupèdes dans les parties civilisées de l'Europe. On

ne peut pas en dire de même relativement à la Sibérie où il est certain que ces grands animaux étaient autrefois très-multipliés. Il n'est pas moins certain que leurs espèces étaient différentes de celles qui vivent aujourd'hui dans l'Asie et dans l'Afrique. Cependant je ne crois pas qu'elles aient été détruites par l'homme, puisque de l'immense quantité de leurs os fossiles, on doit conjecturer qu'elles étaient excessivement nombreuses; et dès-lors le peu de peuplades sauvages de la Sibérie n'étaient pas en état de leur faire la *guerre*. Comment toutes ces espèces ont-elles donc péri en Sibérie ? Il semble que la nature ait voulu satisfaire notre curiosité, et nous indiquer la solution du problème. Les éléphans de Patapoff et d'Adams, et le rhinocéros de Pallas (Voy. §.es 467 et 468) démontrent que les glaces enveloppèrent ces trois individus pendant qu'ils étaient encore en vie, ou du moins peu de temps après leur mort, et avant que la putréfaction ne se fût emparée de leurs cadavres. Il semble donc très-probable que pendant que les éléphans, les rhinocéros, etc. vivaient paisiblement en Sibérie, il survint quelque hiver extraordinairement froid qui fit périr ces animaux, et forma de grands amas de glaces, qui, se détachant peu à peu, furent transportés par les eaux dans la mer. Nous connoissons le phénomène du Groenland, parce qu'il s'était établi dans ce pays, une

colonie qui avait conservé des relations avec le Danemarck et la Norvège : au contraire le peu de peuplades sauvages de la Sibérie n'avaient aucune communication avec le reste de l'Europe, et ce ne fut que dans le 16.e siècle, que cette vaste étendue du globe commença à être fréquentée. Depuis que les physiciens ont reconnu combien il importe aux progrès des sciences naturelles, d'observer les changemens de température qui ont lieu dans les divers pays, il n'y a peut-être pas de ville en Europe, qui, dans ses annales météorologiques, ne compte quelque hiver extrêmement rigoureux, et dans nos climats tempérés, il n'est pas rare d'éprouver de temps en temps, des passages d'un froid assez vif pour faire périr certaines espèces de plantes dont la reproduction n'est due qu'à l'industrie humaine. Je regarde donc comme très-probable l'hypothèse que dans la Sibérie autrefois peuplée de grands quadrupèdes, une destruction générale de ces animaux produite par quelque degré extraordinaire de froid, ait eu lieu. Il suit de là que si quelques espèces de quadrupèdes n'existent plus dans les contrées où l'on découvre aujourd'hui leurs dépouilles, on doit attribuer leur absence à l'action de quelques causes particulières, qui a pu se manifester dans le concours de diverses circonstances. Quelques grands animaux n'existent plus dans les lieux où l'on trouve leurs os, parce

qu'ils en ont été chassés ou qu'ils ont été détruits par l'homme qui bien que leur inférieur sous le rapport des forces physiques, leur est cependant bien supérieur du côté des forces morales : dans d'autres contrées, la destruction de quelques espèces peut avoir été l'effet de quelque phénomène météorologique, ou de l'une des causes que nous avons indiquées dans les §.^s 507 et 508.

CHAPITRE XC.

Il est probable que la constitution physique de la mer a changé.

§ 547. Si, parmi les dépouilles fossiles des animaux terrestres, on a observé plusieurs espèces ou inconnues, ou appartenant à des climats différens, ce phénomène acquiert bien plus d'extension lorsqu'on traite des restes fossiles des animaux marins (Voy. ce qui a été dit sur ce sujet dans les §.es 453, 499 et 500). Il paroît que la nature a été beaucoup plus active dans la destruction, dans le renouvellement et dans le changement des espèces organiques destinées à vivre au milieu des eaux. Mais à quelle cause doit-on attribuer ces divers effets? Les corps organiques terrestres sont influencés par l'atmosphère et par la température des climats; les corps marins le sont par l'eau et par la température. Il n'y a point de raison qui nous porte à croire que la nature de l'atmosphère ait varié postérieurement à la consolidation du globe et à la formation de l'eau: dès-lors les espèces organiques terrestres n'ont été sujettes qu'à ces changemens qui ont pu résulter de la température. Cependant dans la mer, les variations

ont été beaucoup plus considérables, puisqu'aux variations de la température, il faut joindre encore celles du fluide. Ces variations dans la constitution physique de la mer dûrent produire des changemens dans les êtres organiques destinés à vivre au milieu de cet élément. Quelques espèces auront été détruites ; d'autres auront peu à peu subi des changemens: prenons pour exemple ce qui arrive maintenant. Dans les eaux de la mer, comme dans celles des fleuves et des lacs, on voit végéter des plantes ; ces eaux sont *peuplées* d'animaux ; et l'on remarque quelques *différences* entre les genres et les espèces de ces plantes et de ces animaux. Qui ne voit que ces différences ne sauraient provenir que de la nature différente du fluide dans lequel ces êtres organiques vivent et se propagent? Or si l'eau de la mer primitive était d'une nature différente de celle de l'eau de la mer actuelle, à cause d'un degré de température plus élevé et de la présence de tous les principes chimiques qui depuis s'en sont séparés, il est bien sensible qu'elle pouvait alors nourrir des plantes et des animaux différens de ceux qu'on y voit à présent.

§ 548. Cuvier (Voy. *Discours préliminaire* de l'ouvrage *sur les animaux fossiles*) a pensé que la mer n'a pas toujours déposé sur son fond les mêmes substances pierreuses. Les grands bouleversemens produits par les révolutions dans le

bassin des mers, étaient précédés, accompagnés et suivis de changemens dans la nature du fluide et des matières qu'il tenait en dissolution. Les mêmes animaux ne purent pas continuer de vivre au milieu de ces changemens; de là vient que leurs espèces et même leurs genres changèrent, et que les dépouilles de ces êtres organiques que nous trouvons fossiles, sont différentes suivant la diversité des couches dans lesquelles elles furent ensevelies. Les coquilles des couches les plus anciennes ont des formes qui leur sont propres et qui disparoissent graduellement, en sorte qu'on ne les retrouve plus dans les couches superficielles des plaines, c'est-à-dire, dans les couches les plus récentes. Ces coquilles diffèrent dans les espèces et souvent même dans les genres, des coquilles de nos mers : au contraire les coquilles des couches les plus récentes, sont le plus souvent analogues aux corps marins qui vivent dans la mer actuelle. Cuvier conclud de là que dans la nature animale, il y a eu une succession de variations correspondantes à celles de la nature chimique du fluide, et que lorsque la mer abandonna pour la dernière fois nos continens, les êtres organiques qui l'habitaient, n'étaient pas fort différens de ceux qu'elle nourrit aujourd'hui.

§ 549. Les observations de Cuvier sont justes. On ne peut pas douter que les anciennes dépositions de la mer ne présentent des différences

considérables, et que celles qui sont d'une époque plus reculée, ne diffèrent des plus récentes. Les premières ont formé des couches solides, compactes, pierreuses, inclinées plus ou moins à l'horizon; les secondes se composent le plus souvent de terrains mobiles, ou tout au plus de substances qui n'ont que la consistance du tuf, et qui sont disposées en couches horizontales. Les premières sont souvent couvertes par les secondes, ou débordent en dehors par leurs sommités; les autres sont toujours superficielles, et ne sont recouvertes que par la terre végétale ou par des matières de transport. Enfin les premières forment ordinairement des collines et même des montagnes très-élevées, tandis qu'on ne voit d'ordinaire les secondes que dans les plaines ou dans les vallées. Il est encore certain que les corps marins qui existent dans les couches, diffèrent souvent dans leurs espèces, et quelquefois même dans leurs genres; ce qui porte à croire que la mer a quelquefois subi des variations. Mais lorsque Cuvier dit que les grandes catastrophes qui produisaient des révolutions dans le lit des mers, étaient précédées, accompagnées et suivies de changemens dans la nature du fluide et des matières que ce fluide tenait en dissolution; et qu'il assure que les changemens arrivés dans la formation des couches coquillières, n'ont pas été produits par une retraite générale et graduée de la mer, mais qu'ils

sont l'effet de diverses irruptions et des retraites successives de cette mer, il me paroît qu'il réunit sous un même point de vue, quelques phénomènes qui n'ont point entr'eux de rapport nécessaire, et qui appartiennent à des causes différentes.

§ 550. La mer peut changer de site sans changer de nature: d'un autre côté, il peut survenir des changemens dans sa constitution physique, quoiqu'elle reste dans la même position. La mer a abandonné d'une manière rapide et violente, plusieurs parties du continent; mais les changemens qu'on remarque dans la nature de ses dépositions, peuvent avoir été lents et successifs. Les variations des espèces organiques ont été produites par les changemens survenus dans la nature du fluide, et non dans sa position. Cuvier lui-même reconnoît que les coquilles abandonnées par la mer, lors de sa dernière retraite du continent, ne diffèrent pas sensiblement de celles qu'on trouve dans la mer actuelle: or si le dernier cataclysme n'a pas été accompagné du changement des espèces organiques, on ne voit pas pourquoi on devrait admettre dans les catastrophes précédentes, les changemens dont il a été parlé ci-dessus. Il me paroît que ces phénomènes doivent être considérés séparément, qu'ils n'ont point été simultanés, et qu'ils dépendent de causes très-différentes. J'indiquerai bientôt la manière dont il semble qu'on peut rendre raison du passage

de la mer d'un lieu dans un autre: il me reste donc à examiner quelles sont les causes qui peuvent avoir influé sur le changement soit des dépositions marines, soit des espèces organiques correspondantes. Cuvier se contente de dire qu'il s'est opéré des changemens dans la nature chimique du fluide: mais quels furent ces changemens? A quelles causes doit-on les attribuer?

§ 551. Si l'on se rappelle ce qui a été dit dans les chapitres XLVII, XLVIII, XLIX, LXIX et LXX, il sera facile de comprendre *que l'antique mer devait différer de la mer actuelle sous un double rapport; d'abord sous le rapport de la température, et puis sous celui de la quantité et de la qualité de quelques principes chimiques qui se séparèrent des eaux, à mesure que la température changeait.* Les observations géologiques démontrent que la majeure partie des dépôts de gypse, de soufre et de sel appartiennent aux anciens lits de la mer. Lors donc que la constitution physique de cette mer était différente, ses dépositions devaient aussi être différentes, et cette différence ne pouvait qu'influer sur les espèces organiques qui y étaient alimentées. La mer actuelle a une température déterminée, savoir, celle qui convient à la masse du globe, et elle contient une quantité déterminée de substances salines. Dans un fluide de cette nature, vivent et se propagent un grand nombre d'êtres organiques, cétacés,

poissons, coquilles, mollusques; plusieurs plantes, comme algues, et tout l'ordre des fucus y végètent. Supposons que la nature de ce fluide vienne à changer, il est très-vraisemblable que ces corps organiques seront modifiés dans leurs espèces, et peut-être même dans certains de leurs genres, et que quelques-uns seront détruits, ne pouvant s'adapter au nouvel ordre de choses (Voy. la note du § 509). Si l'on pouvait construire une échelle qui représentât les divers degrés de température par où notre globe a passé, en commençant par le plus haut degré qui pouvait se concilier avec l'organisation animale et végétale, je crois qu'on pourrait en imaginer une autre des diverses roches produites dans chacune de ces périodes, et des diverses espèces organiques tant végétales qu'animales, correspondantes à ces mêmes périodes. Aux modifications dépendantes des variations de la température, on devrait pourtant ajouter celles qui résultaient du changement des principes chimiques.

CHAPITRE XCI.

Changemens qui ont eu lieu dans le niveau de la mer.

§.552. Mais comment pourrons-nous expliquer la présence des dépouilles des corps marins, à des hauteurs considérables, et dans des lieux qui sont à présent très-éloignés de la mer ? Il paroît démontré que la mer s'est élevée à douze ou treize mille pieds au-dessus de son niveau actuel, et qu'elle a séjourné à cette hauteur, pendant un temps assez long pour y laisser des générations entières de corps marins, et des dépositions qui se sont consolidées en couches. M.r Playfair a calculé que pour produire, au moyen de la retraite des eaux, le desséchement des parties (1) de la superficie du

(1) On a inséré dans les *Annales du Muséum d'histoire naturelle de Paris*, n.° 52, un Mémoire de M.r De La-Cépède dans lequel on suppose que tout le globe a été couvert par les eaux de la mer jusqu'à la hauteur de 6500 mètres, et que la superficie de ces eaux s'abaissa graduellement après que les montagnes eurent pris la forme qu'elles ont maintenant. Cet auteur divise le temps de cet abaissement en époques déterminées, assignant 500 mètres d'abaissement à chaque époque, quelle que soit sa durée. La première époque aura donc été celle où il n'y avait que la cime du Chimboraço qui se montrait au-dessus du grand océan. Dans la seconde époque comparurent les montagnes

globe qui sont maintenant dix mille pieds plus hautes que le niveau de la mer, il serait nécessaire de faire disparoître un volume d'eau plus grand de $\frac{1}{700}$ que le volume total de la terre; et que si notre planète avait été autrefois entièrement couverte par les eaux, jusques aux sommités actuellement les plus élevées de sa superficie, il faudrait plus que doubler le volume de l'enveloppe fluide nécessaire pour produire le premier effet. Il ne serait donc pas difficile de concevoir dans l'intérieur du globe, des espaces où la masse des eaux aurait pu se retirer (Voy. § 374). Mais il me paroît plus naturel pour rendre raison des phénomènes, et plus conforme aux anciennes traditions, de concevoir la mer primitive divisée en un nombre considérable de diverses mers, reposant sur des fonds très-élevés, et contenues par des chaînes de montagnes qui

---

de l'Amérique situées sous la zone torride. Mais il convient d'observer que comme le Chimboraço et les autres montagnes les plus élevées des régions équatoriales de l'Amérique, sont des volcans où éteints ou encore actifs, leur élévation actuelle peut appartenir à des temps de beaucoup postérieurs, et même à l'époque où la mer prit le niveau qu'elle a aujourd'hui. Si toute la superficie du globe a été couverte par les eaux de la mer primitive, à l'exception de quelques parties, probablement ces parties furent les sommités les plus élevées de nos Alpes, et le haut plateau du Thibet qu'on regarde comme le berceau du genre humain, et où l'on dit qu'on trouva originairement et dans l'état sauvage, tous les animaux devenus domestiques tant dans les pays sepentrionaux, que dans les pays méridionaux.

en formaient l'enceinte. Dans l'état actuel du globe, la mer Caspienne et l'Aral sont des mers séparées de toutes les autres, et il est très-probable qu'il y ait aussi dans l'intérieur de l'Afrique, une autre mer qui ne communique ni avec l'Océan, ni avec la Méditerranée (1). Humboldt (Voy. *Tableau de la nature*, pag. 69) soupçonne que la mer des Antilles fut jadis une mer intérieure qui s'unit tout à coup à l'Océan. Les îles de Cuba, de S.t Domingue et de la Jamaïque présentent encore les restes des hautes montagnes de schiste micacé qui formaient l'enceinte de cette mer au nord, et il est à remarquer que les cimes les plus élevées de ces trois îles se trouvent dans leurs parties le plus rapprochées les unes des autres. C'est probablement ce qui sera arrivé aux mers du Japon, de la Chine et de Baring entre l'Asie et l'Amérique, et à la mer de Baffin dans l'Amérique septentrionale. Il paroît qu'on ne peut pas douter que la mer Noire n'ait été anciennement séparée de la Méditerranée, et celle-ci de l'Océan.

---

(1) Comme toutes les eaux qui se rassemblent dans cet espace immense compris entre la pente méridionale de la chaîne de l'Atlas et l'aspect septentrional des montagnes de Kong, se dirigent vers le centre de l'Afrique, au lieu de se jeter dans les mers extérieures, il est assez vraisemblable qu'il y a vers le centre, quelque grand bassin qui les reçoit. Cette mer intérieure est vraisemblablement la partie restante d'une mer beaucoup plus étendue, au lit de laquelle appartenait le grand désert de Shaara (Voy. *Voyage d'Aly-Bey*, tom. 4, pag. 19).

§ 553. Lorsqu'il s'est ouvert une communication entre deux mers voisines, une immense masse d'eau a changé de place. Si dans les lieux qu'elle a parcourus, cette masse d'eau a trouvé des dépositions non encore consolidées et qui recouvraient les roches primitives, elle les aura transportées ailleurs, laissant à découvert et pour ainsi dire, décharnées les roches sur lesquelles elles s'étaient arrêtées. Par ce principe, on peut expliquer un phénomène géologique très-intéressant, c'est la diversité qu'on observe sur les talus des grandes chaînes de montagnes. Si l'on examine celles qui se dirigent de l'est à l'ouest, on voit que dans quelques-unes, la pente méridionale est plus escarpée que la septentrionale, et que dans d'autres c'est tout le contraire, ce qui se vérifie encore dans les faces orientales et occidentales des chaînes dont la direction est du sud au nord. Kirwan dans un Mémoire qui a pour titre: *Sur les talus des montagnes*, inséré dans la *Bibl. brit.*, tom. 16, et La-Métherie, tom. 4, § 1152 et suiv., ont traité cet objet. En rassemblant et comparant les faits rapportés par ces deux auteurs, il est aisé de voir qu'on ne peut pas à cet égard établir une règle générale. Les monts Crapaks, ceux qui divisent la Saxe de la Bohême, les montagnes du Hartz, les Pyrénées, les Alpes et les montagnes de la Crimée sont plus roides et plus escarpés au midi, et leur pente est plus douce à l'aspect

du nord: au contraire les montagnes qui séparent la Silésie de la Bohême, le Meisner et les montagnes de l'Arménie sont escarpés du côté du nord, et s'inclinent par une pente douce à l'aspect du midi. Il en est de même des faces orientales et occidentales.

§ 554. Il me semble que ce phénomène doit être attribué à l'action de la mer qui se retirant d'une chaîne de montagnes, a escarpé le côté correspondant à la direction prise par la masse des eaux. Les Pyrénées sont plus escarpées du côté de la Méditerranée, et les Alpes du côté de l'Adriatique. Il est très-probable que lorsque la mer se retira de la sommité du Mont-Perdu, ses eaux se déchargèrent dans le lieu où est à présent la Méditerranée. Cette immense masse d'eau dut par son propre poids emporter toutes les matières mobiles qui existaient sur les flancs des montagnes, et déchirer, pour ainsi dire, la superficie de ces montagnes. On doit en dire de même de la mer qui se retira des Alpes, et descendit dans le lieu où est maintenant l'Adriatique. La chaîne des Andes dans la partie qui dépend du Chili, est beaucoup plus escarpée à sa face occidentale qu'au côté opposé qui regarde le levant (Voy. Molina, *Histoire naturelle du Chili*), et au couchant, ce vaste royaume est borné par la mer.

§ 555. En supposant que la mer primitive ne se composait point comme à présent, de parties

communicant entr'elles, mais que ces parties étaient distinctes, et formaient de très-vastes lacs soutenus à diverses hauteurs par le moyen des chaînes des montagnes primitives; lorsque ces différentes mers vinrent à communiquer entr'elles, en rompant les digues qui en faisaient la séparation, leurs courans impétueux dûrent opérer de très-grands changemens sur le sol qu'ils parcoururent. Dans quelques lieux, comme nous l'avons déjà dit, ils dûrent rendre plus rapides les pentes des montagnes, en détachant les matières qui formaient le plan incliné de la superficie; mais dans d'autres lieux, ils purent produire un effet contraire, c'est-à-dire, diminuer l'inclinaison des montagnes, et en rendre plus douce la pente, en formant des dépôts, des matières transportées sur les flancs et à la base de ces montagnes. La rapidité et la masse de ces courans, la longueur de leur cours et les circonstances du sol déterminèrent ou l'un ou l'autre de ces phénomènes. Il me semble donc très-probable que la mer à diverses époques, soit descendue des hauteurs où elle était soutenue par les chaînes de montagnes, et que ses eaux se soient réunies en une masse générale dans le lit qu'elle occupe maintenant. Faisons l'application de cette hypothèse à quelques phénomènes géologiques que nous présente l'Italie.

§ 556. Que la mer ait autrefois couvert la haute cime des Alpes, c'est une vérité démontrée par les traces qu'elle y a laissées. Son fond se rompit en quelque endroit, et les sommités des Alpes restèrent à découvert. Quelque temps après la végétation commença à s'établir sur ces rochers nus : les sables et les fragmens qui tombaient des sommités de ces mêmes rochers, se rassemblaient dans le fond de la mer qui en baignait encore le dos. Les coraux, les zoophites et les testacés se multiplièrent, et leurs *dépouilles* jointes aux dépositions qui s'opéraient dans cette mer, formèrent les hauts Apennins. Les eaux s'abaissèrent pour la seconde fois, et laissèrent à découvert les parties le plus élevées et les plus montueuses de l'Italie. Le mouvement violent de la mer dans sa retraite, dirigé du nord au sud, ou du nord-ouest au sud-est, produisit un courant qui charria vers le sud ou le sud-est, les fragmens des Alpes, et il laissa les traces de son passage sur la cime des monts, qui, dans beaucoup de lieux, furent couverts de puissantes couches d'arénaire siliceuse, parsemée de particules micacées, et dans laquelle on trouve parfois des restes de substances végétales. La mer resta quelques temps stationnaire dans cette position. Cependant les Apennins frappés des rayons du soleil, se couvrirent de plantes ; la nature organique animale se développa, et dans le fond de

cette mer, il se forma de nouvelles dépositions terreuses, mêlées avec les restes des animaux marins, et avec quelques dépouilles d'animaux terrestres qui tombaient des parties voisines déjà desséchées, ou que les fleuves y transportaient dans leurs débordemens. Un troisième écroulement du fond de la mer eut lieu, et alors ces terrains qui peu de temps auparavant formaient sont lit, restèrent à sec : de là, cette série de collines placées entre l'Apennin et la mer soit Adriatique, soit Méditerranée, et qui sont d'abondans cimetières de corps organiques marins et terrestres. On peut voir ce que M.r Brocchi a écrit sur ce sujet dans la *Conchyologie fossile sous-apennine*. Il est donc très-probable que l'Adriatique et la Méditerranée sont descendues de la cime des Alpes dans le lit quelles occupent maintenant, à diverses époques et comme par échelons. J'observerai que non-seulement nous pouvons suivre les traces de ces divers abaissemens de la mer, en examinant les différentes substances qu'elle a abandonnées, mais que nous pouvons encore reconnoître dans certains sites, les vestiges de ses diverses stations, ou du moins nous en faire une idée. Dans le Novarèse, près de Borgo-Manero, est la colline dite S.t Christine, du sommet de laquelle il est facile de suivre dans ses détails et de vérifier dans son ensemble le phénomène dont nous nous occupons. Si de ce point

on porte ses regards vers le Mont-Rosa qui se déploie majestueusement, on reconnoîtra quatre grandes plate-formes sur lesquelles on peut concevoir que la mer s'est arrêtée en descendant de la sommité des Alpes.

§ 557. A peine les mers commencèrent-elles à communiquer entr'elles, que le niveau de celles qui étaient les plus élevées dut s'abaisser, et par une raison contraire, celui des plus basses s'élever. Remontons par l'imagination à cette époque où le détroit de Gibraltar était encore fermé, époque dont plusieurs écrivains anciens nous ont transmis la mémoire. Le niveau de la Méditerranée pouvait être beaucoup plus élevé, et lorsque la force des eaux ou quelque violent tremblement de terre renversa la montagne qui dans ce lieu servait de digue à cette mer, ses eaux se répandirent dans l'Océan, et son niveau s'abaissa en raison de la différence qui existait entre les deux niveaux, et de l'étendue respective des deux mers. Le niveau de la Méditerranée s'abaissant, il est possible que quelque partie plus élevée de son fond resta à découvert (1). Que si l'irruption, comme

(1) Les anciens géographes ont été divisés d'opinion sur ce point. Si Pomponius-Mela avec quelques autres auteurs, a prétendu que l'Océan a fait irruption dans la Méditerranée, Straton, Eratosthène et Strabon ont pensé au contraire que la Méditerranée grossie par les eaux du Pont-Euxin, des Palus-Méotides, de la mer Caspienne et du lac Aral, rompit les Colonnes d'Hercule, et se déchargea dans l'Océan.

c'est l'opinion de plusieurs physiciens, a eu lieu de l'Océan dans la Méditerranée, alors le phénomène se sera opéré en sens inverse, c'est-à-dire que le niveau de la Méditerranée se sera élevé, et que quelques parties les plus basses des continens de l'Europe et de l'Afrique auront été submergées. Cette seconde opinion est certainement plus probable si l'ouverture du détroit de Gibraltar, comme nous le dirons bientôt, a précédé celle du Bosphore de Thrace, puisque le Nil, le Rhône, le Pô et les autres fleuves ne transportent pas dans la Méditerranée une quantité d'eau suffisante pour compenser l'évaporation. Halléjus ayant calculé la profondeur, la largeur et la vitesse des divers fleuves qui se déchargent dans la Méditerranée, a démontré que l'évaporation fait disparoître une masse d'eau cinq fois plus grande que celle que tous les fleuves peuvent fournir à cette mer. Si donc nous supposons fermés les deux lieux qui servent de communication, savoir, le détroit de Gibraltar et celui du Bosphore de Thrace, la Méditerranée réduite à ne former qu'un lac très-resserré, n'aurait pas pu faire irruption dans l'Océan. Tout cela acquiert encore un plus grand degré de probabilité, lorsqu'on examine la configuration du détroit de Gibraltar, puisque, selon les observations de Correa, elle est à peu près telle qu'elle doit être si elle a été réellement produite par une

irruption de l'Océan dans la Méditerranée. Le détroit de Gibraltar a en effet la forme d'un entonnoir dont la partie qui en fait l'évasement, est tournée vers l'Océan, et le fond vers le lieu où la chaîne des montagnes les plus élevées passe d'Europe en Afrique, chaîne qui n'a d'autre interruption que cette seule ouverture. Les matériaux dont se composent ces montagnes, sont de la même nature soit en Europe, soit dans la Mauritanie, ce qui porte naturellement à croire que la brèche qui les sépare, est d'une formation beaucoup plus récente (Voy. *Géographie physique de la mer Noire* par Dureau-de-Lamalle, pag. 348).

CHAPITRE XCII.

Des causes qui ont pu faire changer le niveau de la mer.

§ 558. Plusieurs causes peuvent contribuer à produire des changemens dans le niveau de la mer, et même le transport d'une partie de sa masse d'un site dans un autre. Ces causes ont probablement plusieurs fois exercé leur action sur la mer primitive, avant que l'état actuel des choses ne fût établi. Le premier cas où le niveau des eaux peut changer, c'est si dans une partie du continent voisin de la mer, il se fait un enfoncement, et qu'il n'y ait point d'obstacle qui empêche la mer d'y pénétrer. Imaginons que le sol de l'Italie vienne à s'affaisser, en sorte qu'il n'y ait plus de séparation entre l'Adriatique et la Méditerranée: les eaux trouvant à remplir ce nouvel espace, perdront de leur hauteur en raison de l'extension qu'elles auront acquise.

§ 559. L'autre cas est si le fond de la mer éprouve un abaissement considérable. Ce phénomène peut avoir lieu par la rupture des parois supérieures ou des voûtes de ces cavités voisines du fond de la mer et produites par une grande quantité de gaz élastiques qui s'y étaient

rassemblés, comme nous l'avons dit dans le chapitre XXII. Si le poids de l'eau vient à rompre dans quelque endroit, les couches qui séparaient ces cavernes du fond de la mer, le fluide se précipitera dans l'espace vide pour le remplir, et son niveau s'abaissera en raison de la profondeur et de la capacité de ces mêmes cavernes. Les tremblemens de terre peuvent avoir contribué à ouvrir ces communications entre le fond de la mer et les grandes cavités qui en étaient voisines; et l'on doit présumer que les mêmes causes qui produisent aujourd'hui des phénomènes si terribles, n'ont pas été moins actives dans le principe, et aussitôt après la consolidation du globe. Que si le poids de l'eau et l'action des tremblemens de terre ne suffisaient pas pour produire l'effet dont nous parlons, nous pourrions assigner une troisième cause, ce serait l'élasticité des fluides gazeux renfermés dans ces cavernes, et qui par quelque combinaison auraient reçu une dilatation extraordinaire. Alors ces fluides comprimant les parois qui s'opposent à leur expansion, les doivent rompre aux endroits les plus foibles, c'est-à-dire, dans la direction des voûtes, vu qu'ils trouvent dans les autres parties, la résistance de toute la masse terrestre. Nous devons attribuer, dit M.r De Buffon, l'abaissement des eaux à l'écroulement des cavernes, comme à la seule cause qui nous soit démontrée par les faits.

§ 560. Lorsqu'on réfléchit sur la quantité des volcans éteints et actifs qu'on voit dans diverses contrées, il est naturel de penser que ces volcans ont exercé une certaine influence sur le continent, et contribué à en modifier l'aspect; et il est certain que plusieurs terres sont sorties du sein des eaux par l'action du feu. Les fortes secousses et les grands tremblemens de terre qui accompagnent l'apparition d'un volcan, ont pu faire écrouler les voûtes des cavités les plus voisines du fond de la mer, dont le niveau a dû nécessairement s'abaisser, lorsqu'elle a rempli ces cavités; et outre ces terres qui ont été élevées au-dessus des eaux par l'activité des volcans, d'autres sont restées à découvert par l'effet de la retraite de la mer. Une île volcanique qui paroît au milieu de la mer, en doit faire hausser le niveau en raison de l'espace occupé par son volume; mais si dans le même temps le fond de la mer s'écroule en quelque lieu, l'apparition d'une île pourra être accompagnée de l'abaissement du niveau des eaux, selon le rapport qui existera entre le nouvel espace que l'eau va occuper, et celui dont elle a été chassée.

§ 561. Il est encore possible que le niveau de la mer ait subi certaines oscillations, c'est-à-dire, qu'après s'être abaissé, il se soit élevé de nouveau. Supposons que par quelqu'une des causes que nous avons assignées, le niveau de la mer

se soit abaissé de cent pieds, et qu'il ait été stationnaire pendant quelque temps dans cette position ; mais qu'ensuite quelques montagnes volcaniques sortant du sein des eaux, aient occupé un espace ou plus grand que celui qui avait occasionné la retraite de la mer, ou égal: il est certain que dans ce cas, le niveau devra s'élever à une hauteur plus grande que celle dont il était descendu, ou égale. Cet effet du haussement du niveau de la mer peut être produit par l'écroulement d'une chaîne de montagnes qui placée hors de la mer, est ensuite tombée dans ses eaux par suite de quelque violente commotion. Toutes les fois que la mer est entrée avec impétuosité dans quelque cavité située au-dessous de son fond, le choc qu'ont éprouvé les parois de cette cavité, doit avoir occasionné des secousses, et ces secousses se propageant dans le continent, il en sera résulté la chute des parties les plus voisines. Ces alternations dans le niveau de la mer peuvent avoir été l'effet d'un autre phénomène qui probablement a eu lieu plusieurs fois sur la terre.

§ 562. A cette époque où le détroit de Gibraltar et le Bosphore de Thrace étaient fermés, la Méditerranée formait un lac séparé de l'Océan. Sans entendre atténuer la force des raisons que nous avons déduites au § 557, supposons que les fleuves qui se déchargeaient alors dans la

Méditerranée, eussent pu y transporter une masse d'eau plus grande que celle qui était dissipée par l'évaporation; le niveau des eaux aurait été plus élevé qu'il ne l'est à présent: la montagne de Gibraltar qui divisait les deux mers, venant à être renversée, le niveau de la Méditerranée se serait abaissé. Au nord-est de cette mer, il y en avait une autre très-vaste, et dont les eaux couvraient les lieux maintenant occupés par la mer Caspienne, la mer Noire et les pays adjacens (1). La multitude des coquilles qu'on voit éparses dans la contrée du Jaïk, dans le pays des Calmuques et dans celui du Volga, coquilles qui sont les mêmes qu'on trouve dans la mer Caspienne, et n'ont aucune ressemblance avec celles des fleuves; la nature du terrain qui est partout un sable léger mêlé avec une boue marine, et la qualité saline du sol démontrent que cette étendue de pays a été couverte par les eaux de la mer Caspienne. L'hypothèse de Tournefort est donc très-vraisemblable. Cet auteur suppose que les montagnes du Bosphore de Thrace

(1) Les confins de cette ancienne mer Noire sont indiqués avec beaucoup de vraisemblance dans la carte annexée au savant ouvrage de M.r Dureau-de-Lamalle, le fils, qui a pour titre: *Géographie physique de la mer Noire*. Il est à souhaiter que cet intelligent naturaliste puisse continuer et terminer le travail dont nous savons qu'il s'occupe depuis long-temps, travail qui a pour but de déterminer les changemens qui se sont opérés sur le globe, depuis les premières époques indiquées par l'histoire.

ne faisaient anciennement qu'une seule masse, qui, comme une digue, séparait la mer Noire, de la Méditerranée; en sorte que la première de ces deux mers unie à la mer Caspienne, au lac Aral, à la mer d'Azow, et grossie par de grands fleuves tels que le Danube, le Dniester, le Nieper, le Don et le Kuban, formait au milieu des terres, un lac immense, mais isolé et plus élevé que la Méditerranée et l'Océan: il suppose aussi que les montagnes du Bosphore qui faisaient la séparation, s'étant écroulées, une énorme masse d'eau entra dans la Méditerranée. Si la quantité du fluide qui pendant quelque temps se dégorgea dans cette mer, était plus grande que celle qui sortait par le détroit de Gibraltar, son niveau dut s'élever jusques à ce que les eaux de l'Océan, de la Méditerranée et de la mer Noire communiquant entr'elles, se furent mises en équilibre. La mer Caspienne qui par suite de cette révolution, se trouva séparée de la mer Noire, n'étant point alimentée par de grands fleuves, son niveau s'est toujours abaissé (1).

(1) MM. Engelhardt et Parrot ont tâché récemment de déterminer par une série d'observations faites avec toute l'exactitude possible, et répétées plusieurs fois, le niveau actuel de la mer Caspienne. En prenant la moyenne proportionnelle de leurs mesures, on a pour résultat que cette mer est plus basse que la mer Noire de 300 pieds. Lorsque ces deux mers communiquaient entr'elles, elles avaient certainement le même niveau; donc depuis

§ 563. La communication qui s'établit entre la Méditerranée et l'ancienne mer Noire, n'eut point pour cause, comme l'a pensé Tournefort, la corrosion et la rupture des montagnes du Bosphore par l'action de la masse des eaux: cette communication fut plutôt l'ouvrage des convulsions produites par les volcans qui s'allumèrent dans ce lieu, et dont, d'après les observations de Spallanzani confirmées et étendues par Olivier, on reconnoît les traces à cause des matières qu'ils ont vomies sur une étendue de plusieurs lieues. Quelques-unes des îles Cianées reconnues pour volcaniques, sont probablement les sommités de ces volcans qui se sont écroulés et ont disparu sous les eaux; et selon le témoignage des anciens auteurs, une forte éruption de quelqu'un de ces mêmes volcans occasionna l'ouverture de l'isthme (1), et introduisit d'abord dans la Propontide, et ensuite dans la Méditerranée (2),

---

le moment de leur séparation, l'évaporation à consumé dans la mer Caspienne, une masse d'eau de trente mille lieues carrées de surface, et de trois cents pieds de profondeur.

(1) Cet effet n'excède point les forces connues des volcans. Pendant une éruption de l'Etna, dans la matinée du 11 mars 1669, il se fit une ouverture ou crevasse qui embrassait une étendue de dix milles (Voy. Spallanzani, *Voyage aux Deux Siciles*, chap. 9). La longueur du Bosphore, suivant Chevalier, est de sept lieues, et suivant la carte d'Andréossi de 12 kilomètres.

(2) M.r De Choiseul dans un Mémoire lu à la séance publique de l'Institut de France, le 22 mars 1805, a tâché de prouver que les anciens ont eu connoissance des feux souterrains qui produisirent l'ouverture du Bosphore de Thrace.

cette immense mer qui, pour me servir des expressions de M.r Dureau-de-Lamalle que j'ai déjà cité, submergea les basses plaines des plages de l'Asie mineure, de la Thrace, de la Grèce, de l'Égypte et de la Lybie, catastrophe terrible dont la chronologie, l'histoire, les monumens et la tradition ont conservé la mémoire, et qu'on appela le déluge de Deucalion, parce que ce prince qui régnait alors en Thessalie, ayant échappé avec une partie de son peuple à la fureur des eaux, eut la triste gloire de laisser son nom à une des époques les plus désastreuses de l'histoire. Il est très-probable que cet événement arriva vers l'an 1500 avant notre ère (Voy. § 479); et si l'opinion de Ferrera et de quelques autres auteurs espagnols qui prétendent que le détroit de Gibraltar fut ouvert 1698 ans avant J. C., est vraie, la communication de la Méditerranée avec l'Océan aurait précédé celle de la Méditerranée avec la mer Noire (1).

---

(1) M.r le général Andréossi dans l'ouvrage que nous avons cité au § 412, a révoqué en doute ce fait; et il a prétendu démontrer que la topographie des deux côtes qui bordent le canal de la mer Noire, indique d'une manière précise, que leur conformation telle qu'on la voit, ne dérive pas de circonstances particulières, mais qu'elle est aussi ancienne que le canal et les deux mers dont il fait la communication. Pour bien apprécier les raisons dont M.r Andréossi appuie son opinion, il faudrait connoître les circonstances locales. Je me bornerai donc à faire ici quelques observations sur cette opinion, les bornes d'une note

§ 564. Que si le Bosphore de Thrace se fut ouvert avant le détroit de Gibraltar, comme le pensait Buffon, alors le niveau de la Méditerranée se serait d'abord élevé et ensuite abaissé, ou bien il se serait élevé une seconde fois, suivant que les eaux de cette mer se seraient déchargées dans l'Océan, ou que celui-ci, ainsi que cela est plus probable, aurait fait irruption dans la Méditerranée. Qui sait combien de fois ces phénènes se sont répétés avant que les mers aient communiqué entr'elles, et que leur niveau respectif ait eu pris cet état de repos où il est présentement du moins en apparence? Je dis *en*

ne me permettant pas d'entrer dans une discussion détaillée: 1.° lorsque dans un lieu il se fait une rupture ou un affaissement qui rend une partie de la superficie du sol plus basse que les autres parties environnantes, les eaux viennent soudain occuper le nouveau vide, et la superficie du terrain qu'elles parcourent, prend peu à peu cette configuration qui est déterminée par leur cours. Il n'est donc pas surprenant qu'après une longue série de siècles, un terrain se trouve configuré ainsi que le requiert le cours des eaux qui sont forcées d'en parcourir la superficie, avant de pouvoir se rassembler dans les parties les plus basses; 2.° quelques-unes des objections de M.r Andréossi avaient été prévues par M.r Dureau-de-Lamalle, le fils, dans son ouvrage imprimé en 1807, et je ne vois pas que le premier ait fait mention de cet ouvrage; 3.° enfin M.r Andréossi, dans le chap. 6, où il traite de la lithologie du Bosphore, laquelle d'après les échantillons dont M.r Cordier a fait la description, se réduit presque entièrement à des substances volcaniques, nous fournit lui-même une preuve convaincante des bouleversemens arrivés dans cette partie du globe. Cet auteur croit que le cratère d'un

apparence, parce que si ce niveau est sujet à varier, ces variations ne sont ni sensibles dans un court espace de temps, ni accompagnées de grandes et extraordinaires convulsions. Peut-être la Méditerranée, l'Adriatique et les divers golfes de l'Océan n'ont-ils été formés que par de nombreux affaissemens de quelque partie de la terre ou du fond de la mer, qui se sont répétés plusieurs fois, ou par le renversement des montagnes qui en faisaient la séparation; et dans chacune de ces révolutions, quelque partie de la superficie terrestre a dû rester à découvert ou être submergée. Parmi une foule d'exemples qui

---

volcan de 1400 toises de longueur, et de 1900 toises de largeur, excède les dimensions des cratères des volcans. Je ne pense pas de même; et il me semble qu'il n'est pas nécessaire de rapporter toutes les matières de cette contrée et les bouleversemens qu'elle a éprouvés, à un seul volcan qui ait un seul cratère. Dans les Champs-Phlégréens, combien de cratères n'avons-nous pas, si rapprochés entr'eux, qu'à peine est-on sorti de l'un qu'on entre dans l'autre? L'immense cratère d'Artruni est contigu à la solfatara, celle-ci très-voisine du Gauro, qui touche au lac d'Averne, etc. Je n'examinerai point si les volcans du Bosphore ont été antérieurs ou postérieurs aux temps historiques, et à quelle époque on doit rapporter le phénomène de l'ouverture de la communication de la mer Noire avec la Méditerranée; je dirai seulement que les observations des MM.[rs] Spallanzani, Choiseul, Olivier et Andréossi lui-même démontrent que cette partie du globe a été extrêmement bouleversée par les volcans, et que par conséquent dans l'opinion généralement reçue que la mer Noire a été anciennement séparée de la Méditerranée, je ne vois rien qui implique contradiction.

viennent à l'appui de cette vérité, nous n'en citerons qu'un : en France, outre les grands dépôts de coquilles fossiles de Grignon, qui est à environ sept lieues de Paris, il y en a un autre semblable à Courtagnon, près de Rheims. Dans l'un et l'autre de ces deux lieux, les espèces de coquilles fossiles sont à peu près les mêmes, et les autres circonstances du phénomène sont encore semblables : en effet, dans ces deux sites, les coquilles sont réduites à l'état de craie, et enveloppées dans un sable calcaire siliceux. Le même fait avec les mêmes circonstanees, se répète dans le Hampshire, en Angleterre ; de sorte qu'il semble très-probable que ces parties de la France et de l'Angleterre que nous venons de nommer, ne formaient qu'un immense lit coquillier sous-marin, qui fut rompu et mis en pièces, lorsque le fond de la mer où est à présent le canal de la Manche, s'écroula. Quelques différences locales ne peuvent pas être d'une assez grande importance, pour interrompre la continuité de la stratification (Voy. *Journal de physique*, mai 1814, pag. 334).

CHAPITRE XCIII.

De l'union des fossiles organiques terrestres avec les fossiles organiques marins.

§ 565. Des conjectures que nous venons d'exposer, on peut facilement déduire l'explication de plusieurs problèmes que nous avons indiqués au § 541, relativement au phénomène des corps organiques fossiles; mais parmi ces problèmes, il en est un qui exige un examen particulier, c'est celui de l'union des fossiles organiques terrestres avec les fossiles organiques marins.

D'après les hypothèses que nous avons posées, le mélange des corps organiques terrestres avec les marins peut s'être opéré de différentes manières. Et d'abord si quelques cavernes placées au-dessous du fond de la mer, se sont écroulées, il est certain que par suite de cet écroulement la superficie de la mer se sera restreinte, et que les eaux passant dans un site plus bas, auront abandonné quelque point du continent. Cela ne sera point arrivé, sans que les parties adjacentes n'aient éprouvé une grande secousse, en sorte que quelque montagne voisine de la mer aura pu être ébranlée avec tant de force qu'elle sera tombée dans les eaux, entraînant avec elle tout

ce qui végétait ou vivait sur sa superficie. Le même effet peut encore être produit par un tremblement de terre. L'un des terribles phénomènes qu'on observa dans la Calabre, en 1783, époque à laquelle les tremblemens de terre dévastèrent cette malheureuse province, fut celui du mont Scilla qui tomba dans la mer, en souleva les eaux, et leur communiqua une fluctuation si violente qu'elle causa la perte de mille deux cents personnes.

§ 566. Un autre cas peut avoir lieu, c'est si les cavernes que nous supposons s'être écroulées, étaient situées sous quelque partie desséchée du continent, mais peu distante de la mer, en sorte que celle-ci ait pu y pénétrer. Alors les eaux occupant une nouvelle extension, gagnent en superficie ce qu'elles perdent en profondeur, et par conséquent plusieurs bas fonds restent à découvert. Cependant cette partie desséchée du continent, qui s'affaissant, sera tombée dans la mer, aura emporté avec elle tout ce qui existait à sa superficie. Imaginons que quelque partie considérable du fond de l'Adriatique vienne à s'écrouler; il pourra arriver que Venise et ses lagunes resteront unies au continent: le niveau de la mer s'abaissera, et tout ce qui n'aura pu suivre la retraite violente des eaux, se trouvant à sec et mêlé avec la vase, s'unira aux substances terrestres. La secousse qui accompagnera ce phénomène, pourra faire écrouler quelque

île, et se propageant dans les parties du continent les plus voisines de la mer, occasionner la chute de quelques-unes de ces parties, comme nous l'avons dit au paragraphe précédent. Mais si ce grand affaissement a lieu, non dans le fond de l'Adriatique, mais dans cette partie de l'Italie comprise entre les Alpes et la mer, en sorte que cette même partie devienne tout à coup plus basse que le niveau de l'Adriatique, les eaux y entreront avec impétuosité, et se répandant sur un lit plus spacieux, leur niveau baissera, tandis que les ruines de la partie du sol qui se sera écroulée, se trouveront submergées. Dans l'un et l'autre de ces deux cas, les substances terrestres devront se mêler avec les substances marines, et si quelqu'autre révolution semblable force un jour la mer à se retirer de ce lieu, cet extraordinaire mélange pourra seul faire connoître la singulière alternation de la mer et de la terre dans une même contrée. Mais sans recourir à ces grands bouleversemens, le mélange des corps organiques terrestres avec les marins, qu'on observe dans quelques lieux, a pu être l'ouvrage des fleuves qui transportent à la mer tout ce qu'ils rencontrent sur la ligne de leur passage; et dans les crues extraordinaires, les dépôts formés par ces transports, deviennent très-copieux (Voy. §.es 351 et 352). Le phénomène du mélange des corps organiques terrsetres

avec les marins peut donc avoir été produit par plusieurs causes; les explications que nous venons d'en donner, ne seront néanmoins applicables qu'à ces lieux dans lesquels le mélange des corps organiques est tel qu'il présente les caractères de cette confusion et de ce désordre qu'on remarque toujours dans les dépôts des matières transportées.

§ 567. Il faudra donc renoncer à toutes ces manières de rendre raison du phénomène que nous examinons, lorsqu'il s'agira d'une distribution régulière et d'une alternation de couches telles que celles qu'on observe dans les environs de Paris. Alors il conviendra d'admettre que la mer à diverses époques, a tour à tour couvert et abandonné la même contrée, phénomène, qui si l'histoire ne nous en a transmis aucune connoissance, est du moins indiqué par les faits géologiques que nous avons exposés au § 495. Comme ce phénomène est des plus curieux en géologie, il ne sera pas inutile d'en faire ici un examen particulier. Le rayon terrestre est évalué à 1432 lieues, et d'après ce que nous avons dit dans le chapitre XX, le refroidissement du globe produit par le développement des gaz, n'a eu lieu qu'à la partie la plus voisine de la superficie. Supposons que cette partie corresponde à la moitié du rayon terrestre. Les cavernes qui se formèrent dans la masse du globe, s'étendirent

donc jusqu'à la profondeur de 716 lieues. Cette étendue formera la partie poreuse de notre planète qui au-delà, et jusqu'au centre, sera composée d'une matière dense et compacte, comme nous l'avons dit au § 149. Je conçois ces cavernes formées par le développement des grandes masses de gaz qui n'ont pu arriver jusqu'à la superficie (Voy. chapitre XXII), je conçois, dis-je, ces cavernes distribuées dans la partie voisine de la superficie terrestre, comme les pores et les vides que nous voyons dans les parties supérieures des courans de lave : quelques-uns communiquent entr'eux ; d'autres sont séparés, mais voisins ; ceux-ci n'occupent qu'un espace de peu de lignes, tandis que ceux-là s'étendent à une distance beaucoup plus considérable, et même quelquefois forment des galeries. En Irlande dans un courant de lave, il y a une caverne de 839 toises de longueur, et dont les parois intérieures sont revêtues d'un vernis noir verdâtre, qui est un verre volcanique : de la voûte pendent des stalactites de lave (Voy. Malte-Brun, *Précis de géographie*, tom. 2, pag. 120). Dans la *Collection des voyages* du même auteur, il est fait mention de cavernes de 40 à 50 pieds de diamètre, observées par Makenzie, en Irlande, dans des courans de lave.

§ 568. Cela posé, soit à la profondeur de deux lieues au-dessous du niveau des plaines les

plus basses de l'Italie, la première série de ces cavernes qui aient trois lieues de profondeur et s'étendent sous le sol de l'Italie, en sorte que les unes communiquent entr'elles, et que les autres soient distinctes, mais séparées par de petites distances. L'imagination ne doit pas s'effrayer de la supposition de cavernes de trois lieues de profondeur, puisque relativement à une masse qui a 716 lieues de rayon, ces cavernes n'égaleraient pas les cavités de deux à trois pieds observées dans des laves de 50 à 60 pieds de hauteur. Il n'a pas été encore possible de mesurer la profondeur de la caverne d'Elden, en Angleterre, avec une sonde de 1600 toises de longueur. Près de Frédérikshal, en Norvège, il y a un creux dont la profondeur a été calculée à 11,000 pieds. Parmi les nombreuses cavernes de la Carniole, celle d'Adelsberg passe pour être si grande, que, suivant quelques auteurs allemands, on peut y parcourir un espace de deux lieues. Si à la superficie du globe, nous avons des cavernes si considérables, quoique produites par des causes secondaires, et dont l'intensité était par conséquent assez bornée, quelle vaste étendue ne pourrons-nous pas attribuer à des cavernes placées au-dessous de la superficie terrestre, et qui doivent leur origine aux causes générales et extraordinairement actives qui opérèrent la consolidation du globe? Les phénomènes

des tremblemens de terre semblent nous indiquer l'existence de cavernes souterraines beaucoup plus étendues que celles que nous connoissons. Le tremblement de terre de 1601 ébranla toute l'Europe et une grande partie de l'Asie. Celui de Lisbonne se fit ressentir dans le Groenland, dans les Indes occidentales et dans l'Afrique. Le 5 février 1783, en moins de deux minutes, la Calabre fut entièrement bouleversée, et Messine presque détruite, quoique séparée de la première par un bras de mer. En 1803, on éprouva des secousses occasionnées par quelque tremblement de terre, à Alger, en Grèce, à Constantinople, à Bukarest, à Kiow, à Moskow. Il ne paroît pas vraisemblable que de pareilles secousses aient pu se propager presque en un instant, à de si grandes distances, à travers des couches solides et massives de terre.

§ 569. Les plaines les plus basses de l'Italie sont fort peu élevées au-dessus du niveau de la mer. Si donc nous concevons que, par l'effet de quelque fort tremblement de terre, les voûtes des premières cavernes viennent à s'écrouler, il semble que toute la masse de terre qui compose l'Italie, pourra être engloutie par ces cavernes, et qu'il restera dans quelques endroits un espace vide de presque une lieue, puisque nous avons supposé la profondeur des cavernes de trois lieues, et l'épaisseur des voûtes qui les couvrent, de deux

lieues. La mer devra donc se répandre dans ces espaces restés vides, et il y aura des bas fonds dans les sites correspondans aux montagnes les plus élevées des Apennins. Dans cet affaissement général de l'Italie, quelques-unes de ses parties pourront, en tombant, conserver leur aplomb; d'autres prendront une position inclinée; beaucoup seront bouleversées; et il arrivera peut-être que les plus petites seront transportées à des distances considérables. En un mot, tous ces phénomènes qu'on observe en petit dans l'écroulement des montagnes, auront ici lieu en grand. Les premières dépositions que faira la mer, se mêleront avec les matières terrestres; mais si ses eaux restent tranquillement pendant dix ou douze siècles dans ce nouveau lit, il s'y formera des couches marines sans aucun mélange de substances terrestres. Cet espace de temps s'étant écoulé, imaginons que le même phénomène, c'est-à-dire, un écroulement de pareilles cavernes se répète dans quelque partie voisine de la mer, en sorte que la masse des eaux acquière un nouvel espace assez profond pour qu'elle ne puisse le remplir sans changer de position, l'Italie paroissant de nouveau au-dessus de la mer, pourra être habitée et peuplée de corps organiques terrestres. Voilà donc la mer éloignée d'un lieu qu'elle occupait de puis douze siècles. Avec cette hypothèse, nous n'arrivons

qu'à une profondeur de cinq où six lieues au-dessous de la superficie actuelle des plaines basses de l'Italie; mais comme nous avons à notre disposition une masse de 716 lieues de profondeur, et pleine de cavernes, nous pouvons concevoir comment le phénomène que nous examinons, a pu se répéter plusieurs fois. Admettant donc l'écroulement alternatif de ces cavernes, soit au-dessous d'une partie du continent, soit au-dessous de quelque partie du fond de la mer, il me semble que nous pouvons imaginer comment il est arrivé que la mer ait tantôt séjourné long-temps dans un site, que tantôt elle s'en soit éloignée, qu'après le cours de quelques siècles, elle se soit remparée de ce même site, et ainsi *successivement* jusqu'à ce que tous les continens et les mers aient eu pris leur forme actuelle. Aujourd'hui que toutes ces mers, ou du moins la majeure partie, communiquent entr'elles, bien qu'il arrivât quelqu'un de ces écroulemens dont nous venons de parler, il serait difficile qu'il en résultât un changement considérable dans le niveau de la mer, vu l'immensité et la continuité de son étendue. Il n'en était pas ainsi lorsque les eaux au lieu d'être rassemblées, comme elles le sont maintenant, dans un réservoir général qui au moyen de beaucoup de communications s'insinue dans l'intérieur des terres, formaient diverses mers semblables à de vastes lacs (Voy. § 552).

§ 570. Il suit de ce que nous venons de dire, que l'état actuel du globe a été déterminé par une série de catastrophes dont il n'est pas possible de retrouver le principe. Que si ensuite nous tournons nos pensées vers l'état futur de ce globe, De Luc dissipe toutes nos craintes, en nous assurant que nos continens, bien qu'ils ne soient qu'une masse de ruines, restent pourtant stables, parce que dans l'écroulement des grandes masses, les ruines s'appuyaient toujours sur le fond des cavernes, de sorte qu'après ces catastrophes, les cavernes ont été presque remplies, et qu'il n'est resté d'autres espaces libres que ceux qui produisent les phénomènes des volcans et des tremblemens de terre. Buffon en parlant de l'abaissement de la mer occasionné par l'écroulement des cavernes, a aussi écrit que la terre est à présent parvenue à un tel état de tranquillité, qu'on n'a plus à redouter les effets désastreux de ces grandes convulsions. Je désire que la prédiction de ces deux philosophes se vérifie, que nos continens ne soient plus sujets à d'autres changemens, que l'espèce humaine ait un asile stable et fixe, et que les fruits de tant de siècles de culture ainsi que tant de productions des arts et des sciences, ne soient plus détruits. Néanmoins, même à présent, il arrive quelquefois des phénomènes qui nous font craindre des désastres semblables à ceux qui ont eu lieu

anciennement. Dolomieu ayant séjourné quelques mois dans la Calabre, et observé les effets produits par la catastrophe que cette malheureuse province éprouva en 1785, catastrophe qui causa la mort de 40 mille personnes, a écrit qu'un effort un peu plus violent aurait peut-être suffi à la nature, pour effectuer un bouleversement presque général, pour changer absolument l'ordre actuel des choses, pour plonger dans la nuit de l'oubli la génération présente et celles qui l'ont précédée, pour faire disparoître les monumens des arts et des connoissances, et enfin pour reporter la société aux temps de sa première enfance.

CHAPITRE XCIV.

De la dernière catastrophe du globe.

§ 571. L'observation que dans les couches solides terrestres (Voy. § 480), on n'a jamais trouvé des os humains réellement pétrifiés, donne lieu de penser que les bouleversemens les plus grands que notre planète a éprouvés, ont été de beaucoup antérieurs à l'existence de l'espèce humaine, et par conséquent aux annales de notre histoire qui ne remonte qu'à peu de siècles: mais la dernière catastrophe après laquelle la superficie du globe n'a plus changé, au moins notablement, ne doit pas être d'une date très-ancienne. Il n'est pas nécessaire d'imaginer que cette dernière catastrophe qui a déterminé l'état actuel de la superficie terrestre, a été simultanée et générale sur toute l'étendue de cette superficie; la révolution qui a produit son état dans une partie, peut avoir influé jusqu'à un certain point sur les autres parties, et dans celles-ci, il a pu s'opérer à des époques différentes divers bouleversemens. Lors donc que nous disons que la dernière catastrophe n'est pas très-ancienne, nous n'entendons parler que de cette partie du globe que nous examinons. Les coquilles fossiles qui

conservent leurs couleurs, leur éclat perlacé et quelquefois même leurs ligamens tendineux; les restes des corps organiques terrestres ou marins, indigènes ou exotiques, qu'on trouve dans les couches superficielles et dans les terrains mobiles qui ne sont encore ni consolidés, ni durcis; les dépositions des grands fleuves, comme le Nil, le Rhin, le Pô, lesquelles ont dû commencer avec le cours de ces fleuves, et dont on peut calculer la période par une approximation plausible; les montagnes que l'on voit encore coupées à *pic*, quoique la gravité, les eaux pluviales et les influences atmosphériques tendent toujours à niveler la superficie terrestre; la profondeur des lacs situés à l'entrée des chaînes de montagnes, et qui recevant toutes les matières que les eaux transportent de l'intérieur des vallées, auraient dû se remplir; l'accroissement progressif des dunes, amas de sables que la mer rejette sur les plages basses lorsque son fond est sablonneux; et beaucoup d'autres phénomènes géologiques démontrent que les révolutions qui ont déterminé l'état actuel du globe, ne doivent pas remonter à une grande antiquité.

§ 572. Dolomieu (1) dans ses écrits a beaucoup insisté sur cet objet. Il ne s'est pourtant pas

(1) Pendant que Dolomieu soutenait le peu d'ancienneté de la dernière catastrophe qui détermina l'état actuel de la superficie terrestre, il avait des idées bien différentes sur l'antiquité du

toujours servi de raisons bien convaincantes. Il y a dans le *Journal des mines*, n.° 9, une de ses lettres dans laquelle, en rendant compte des grottes d'Arcy-sur-Aube, et des stalactites qui s'y forment dans un court espace de temps, il ajoute que ce genre d'opération remonte à l'époque où notre globe, constitué à peu près comme nous le voyons, fut abandonné à l'action de toutes les causes qui peuvent agir sur les couches externes de sa croûte. Si donc cette époque était aussi reculée que quelques géologues le prétendent, la formation des concrétions aurait cessé depuis long-temps dans toutes les grottes qui en auraient été remplies; et toutes les cavités souterraines dans lesquelles cette opération continue encore, quelle que soit leur capacité, seraient déjà transformées en mines d'albâtre semblables à celles que l'on exploite dans plusieurs montagnes. Ce phénomène qui concorde avec beaucoup d'autres faits confirmait Dolomieu dans son opinion sur

---

globe. Voici ce qu'il dit à la page 16 de son Mémoire sur les tremblemens de terre de la Calabre, imprimé à Rome en 1794: « Combien de révolutions a dû éprouver la terre que nous » habitons? combien de fois n'a-t-elle pas changé de forme? » Nous voyons partout des traces de ses révolutions et de ses » catastrophes. Notre imagination se perd dans les temps antérieurs à l'histoire. La supposition d'une seule révolution n'explique rien; nous marchons avec assurance sur les débris » peut-être de dix autres mondes; et nous frémissons lorsque la » nature change quelque chose à ses effets journaliers. »

le peu d'ancienneté que l'on peut assigner à l'*état* actuel de nos continens, et il se reprochait de n'en voir pas fait plutôt l'application, ayant eu occasion de visiter un grand nombre de grottes.

§ 573. Il me semble que Dolomieu aurait pu s'épargner ce reproche, par la raison que dans l'état actuel du globe, il peut se former de nouvelles grottes et des cavités souterraines. Parmi les couches des montagnes calcaires, il y en a souvent de matières terreuses, susceptibles d'être transportées par les eaux qui s'y ouvrent un passage, et y forment des vides. Un tremblement de terre peut faire tomber partie d'une montagne, et ébranler les parties les plus voisines, de manière à rompre leur continuité, etc. Les grottes souterraines sont des phénomènes si peu considérables, et qui dépendent de tant de combinaisons qui peuvent avoir ou ne pas avoir lieu, qu'il ne me paroît pas qu'on doive attribuer leur formation à ces grandes causes qui ont influé sur l'état actuel de la terre. Il y a, en outre, des grottes où l'on ne remarque aucunes concrétions stalactitiques, pour la formation desquelles il est nécessaire que les eaux aient un passage à travers les couches supérieures de la voûte, et plusieurs causes peuvent ouvrir ou fermer ce passage. « En calculant, dit Ramond » dans son *Mémoire sur la structure des mon*» *tagnes dans la vallée de l'Adour*, le temps

» nécessaire pour remplir d'albâtre une caverne, » il fallait aussi calculer les temps requis pour » la vider. Il fallait, en outre, déterminer si » les deux opérations devaient se suivre si ab- » solument, qu'il fût impossible de concevoir » un intervalle entr'elles. Qui ne sait maintenant » que dans le monde inorganique les événemens » s'enchaînent non pas selon l'ordre des temps, » mais selon l'ordre des circonstances; et que » dans le cours uniforme des siècles, il n'y a » aucune mesure à laquelle on puisse rapporter » l'action capricieuse et conditionnelle des causes » qui tantôt suspendent, tantôt précipitent la » succession des faits dont l'histoire de la terre » est composée? »

§ 574. Nous ne trouvons pas moins d'incertitude dans la raison que fait valoir De Luc, lorsqu'il a recours à la petite quantité de terre végétale qui dans quelques parties du globe forme la superficie des plaines en les revêtissant d'une couche très-mince. On peut voir les réflexions que Saussure a faites sur cet objet, en examinant les plaines du Piémont et de la Lombardie, pays cultivés au moins depuis trois mille ans, et où l'on trouve à peine, en beaucoup d'endroits, un pied de terre végétale sur les cailloux, ce qui fit penser à ce savant naturaliste, que la terre végétale est sujette à une décomposition qui met des bornes à son accroissement.

En effet, l'analyse de cette terre démontre qu'elle est composée de fibres et de racines végétales, en partie putréfiées, et d'un mélange de fer et de diverses terres imbibées des sucs des plantes qui y ont végété. Ces résidus de plantes doivent à la longue se décomposer entièrement, et alors leurs élémens où s'évaporent, ou entrant dans de nouvelles combinaisons, contribuent à d'autres productions, pendant que les pluies qui lavent la superficie de ces terres, emportent les sels, le fer et les parties les plus atténuées qui peuvent rester après la destruction des végétaux (Voy. Saussure, *Voyages dans les Alpes*, § 1319).

§ 575. Il me semble qu'on doit attribuer à la dernière catastrophe l'origine de ces blocs de roches primitives, souvent très-grands, et qu'on trouve en diverses contrées, épars sur des collines ou dans des plaines qui appartiennent aux formations postérieures. Sur les monts de Brianza, dans la haute Lombardie, il y a une si grande quantité de ces mêmes blocs erratiques, qu'ils ont reçu une dénomination particulière, et sont indiqués par le terme de *trovanti*. Ils sont d'ordinaire fort volumineux, et servent à des travaux d'architecture, comme colonnes, architraves, corniches de portes, etc. La roche dont ils se composent est fréquemment cette variété de granit à gros grains, qui contient beaucoup

de feld-spaths d'un à deux pouces de grandeur, et même des veines quartzeuses. Je ne crains pas d'assurer que sur dix de ces masses erratiques, il y en a certainement huit, et des plus volumineuses, qui appartiennent à cette espèce de granit. Cependant en examinant l'enceinte des diverses possessions, il n'est pas rare d'y reconnoître des blocs de siénite, de gneiss, de schiste micacé et de serpentine. Je dois dire qu'ayant parcouru pendant l'espace de trois jours, la plaine de Rovagnate comprise dans le territoire de Brianza, je n'y ai aperçu aucune masse de porphyre ou de calcaire primitif, quoiqu'il existe dans le voisinage, deux formations porphyritiques, l'une près du lac de Lugano, et l'autre qui de la colline de S.t Charles, à Arona, s'étend jusqu'au lac d'Orta; et que le calcaire primitif se montre en divers sites qui sont peu éloignés, comme à Piona et à S.te Euphémie, sur le lac de Côme, à la Candoglia et à Ornavasso, sur le lac Majeur. Le même granit qu'on trouve si fréquemment sur les monts de Brianza, est différent des granits les plus voisins, c'est-à-dire, de ceux de Baveno, de Montorfano et de S.t Fedelino, ce qui donne lieu de penser que les roches les plus voisines n'ont guère participé à l'influence de la cause, quelle qu'elle soit, qui a effectué le transport des blocs erratiques. Mais reprenons: ces blocs sont très-fréquens dans les plaines de la

Russie, de la Pologne, de la Prusse, du Danemarck et de la Suède. Depuis le Holstein jusqu'à la Prusse orientale, quelques terrains d'alluvion sont couverts de masses de granit: il y en a une si grande quantité dans la Scanie et dans le Jutland qu'on s'en sert pour construire l'enceinte des maisons et des églises. Mais ce qui doit être un objet de surprise, c'est de voir d'énormes masses de granit placées sur la sommité des montagnes calcaires de Rettvick, de Roedaberge, d'Osmund, lesquelles ont presque six mille pieds de hauteur au-dessus du niveau de la mer, et qui par conséquent sont au nombre des montagnes les plus hautes du nord de l'Europe. Ce phénomène a été observé dans les *Alpes*, et peut-être décrit avec plus de soin que partout ailleurs.

§ 576. La chaîne centrale des Alpes dont le Mont-Blanc est la cime la plus élevée, se compose de granit. Presque parallèlement à cette chaîne, et à la distance de 54 milles, au nord-ouest, on trouve la première ligne du Jura qui a 50 ou 60 milles de longueur, et est entièrement calcaire. Entre ces deux chaînes sont situés le lac et la vallée de Genève ainsi que les collines et les vallons qui en dépendent. Ce n'est que dans la chaîne centrale qu'on voit le granit en place; mais dans l'espace qui separe les deux chaînes, on rencontre de très-grandes masses

granitiques, isolées, irrégulièrement éparses, et qui appartenant originairement à la chaîne centrale, ont dû être détachées de leur site et transportées à de grandes distances par quelque cause mécanique proportionnée à leurs masses. Dans les environs de Monetier, près de Genève, il y a de ces blocs de granit de 1300 pieds cubiques: sur la colline de Boisi, non loin du lac de Genève, on en voit d'autres de 2250 pieds cubiques, et principalement un appelé *la pierre à Martin*, d'environ 10,300 pieds cubiques et qui doit peser plus de 19,000 quintaux. Quelque grand qu'on suppose un courant d'eau, il est difficile de concevoir qu'il ait pu être doué d'une force impulsive proportionnée au transport de pareilles masses, qu'on trouve non-seulement dans le fond des vallées ou dans le lit des fleuves, mais encore çà et là sur le dos et presque sur la cime des montagnes calcaires; car on en voit qui ont été déposées, jusqu'à la hauteur de deux mille pieds au-dessus du niveau du lac, sur la pente du Jura qui est en face des Alpes. Saussure a observé que derrière la première ligne des montagnes du Jura, on ne rencontre plus de ces masses, excepté dans les lieux d'où l'on peut apercevoir la sommité des Alpes, au moyen de quelque interruption de continuité; et que ce n'est que dans ce cas, qu'on voit de nouveau des blocs de granit qui ont roulé jusqu'au pied des

montagnes qui sont au-delà de la première ligne du Jura: ce qui semble démontrer que ces blocs sont descendus de la chaîne centrale granitique; qu'après avoir traversé la vallée, ils sont remontés jusqu'à une certaine hauteur, et qu'ils n'ont pu franchir les premières montagnes du Jura, que dans les lieux où il y avait des interruptions. Ce fait n'est pourtant pas confirmé par les observations postérieures d'autres naturalistes qui ont trouvé des blocs erratiques sur le revers du Jura, même hors des sites indiqués par Saussure.

§ 577. Quelques géologues ont pensé que le transport de ces masses s'effectua avant la formation des vallées intermédiaires. Concevons que depuis le lieu où sont à présent les blocs erratiques jusqu'à la sommité du Mont-Blanc, il existait un plan incliné uniforme, sur le dos duquel ces blocs poussés par des courans d'eau, descendirent; et que ce plan incliné a été ensuite creusé et coupé par les eaux ainsi qu'on le voit maintenant. La distance horizontale depuis le Jura jusqu'aux montagnes granitiques, est de 50 milles géographiques; et si avec Playfair, nous évaluons à dix mille pieds la différence qu'il y a entre la hauteur du Mont-Blanc et celle du Jura, la pente du plan incliné que nous avons supposé, serait d'un mille et trois quarts sur 50, ou d'un pied sur 30, inclinaison plus grande que celle qui serait nécessaire pour donner à l'eau une rapidité

très-considérable et plus que suffisante pour qu'un fleuve ou un torrent pût transporter des pierres ou des blocs de roche à de grandes distances. Mais on doit faire attention qu'à la hauteur où se trouvent les granits dans la chaîne centrale du Mont-Blanc, l'eau n'est jamais fluide et qu'il n'y a là que neiges ou glaces : on ne peut donc supposer l'existence d'un courant d'eau, que dans la ligne de beaucoup inférieure à ces sommités d'où les granits auraient dû descendre sur le plan incliné. La dernière limite des neiges perpétuelles dans la chaîne des Alpes, est d'environ 7500 pieds plus basse que la cime du Mont-Blanc, et partant d'un point si bas, il est difficile de supposer des torrens d'eau assez considérables pour produire l'effet dont il s'agit. On pourrait avoir recours au mouvement continuel des glaciers, occasionné par la chaleur de la terre. Ces grands lacs de glace transportent une immense quantité de roches aussi loin qu'ils peuvent s'étendre : lorsqu'ils sont parvenus, quoique avec lenteur, dans des sites plus bas, ils fondent, se changent en eau, et forment des torrens qui contribuent encore à effectuer le transport des pierres. Mais il convient d'observer que quand une grande masse de glace passe lentement d'une température froide à une autre qui l'est moins, sa fusion n'est ni instantanée, ni rapide; elle ne s'opère au contraire qu'avec lenteur, en sorte qu'elle ne

saurait produire des torrens très-impétueux. Enfin l'hypothèse de ce plan incliné put-elle servir à rendre raison de la présence des blocs granitiques sur le Jura, elle serait inapplicable à d'autres localités qui présentent des circonstances différentes, bien qu'on y observe le même phénomène. Les côtes de la basse Allemagne, le Holstein, le Mecklenbourgois, la Poméranie et les campagnes de la Livonie et de l'Ingrie sont encombrés de blocs erratiques de roches primitives, lesquels ont leurs analogues dans la Finlande et dans la Suède, pays qui sont séparés des premiers par la mer Baltique. On aurait donc bien de la peine à concevoir un plan incliné qui se serait étendu uniformément sur *les lieux* qu'occupe actuellement la mer Baltique, et qui aurait joint la Suède et la Finlande à la basse Allemagne.

§ 578. D'autres géologues ont attribué le transport de semblables blocs à quelque extraordinaire cataclysme, ou au passage de la mer d'un site dans un autre. Dans chacune de ces révolutions, une immense masse d'eau balayant la superficie des montagnes, dut détacher et transporter au loin plusieurs de ces blocs. Remontons par la pensée à cette époque où le fond de l'antique mer s'écroula dans le lieu qu'occupe à présent l'Adriatique: la masse des eaux qui se précipita pour aller remplir le nouveau vide, dut se retirer des

Alpes avec violence. Dans cette grande catastrophe, plusieurs roches, même volumineuses, purent être transportées par le cours impétueux des eaux, à des distances plus ou moins grandes, selon la masse, la vitesse et la force impulsive de ces eaux : mais le savant physicien Venturi dans un *Mémoire sur quelques phénomènes géologiques*, imprimé à Pavie, en 1817, observe avec raison qu'un grand gouffre qui s'ouvre sous le fond de la mer, ne peut point donner lieu à des courans impétueux loin de l'endroit où il est situé. Imaginons un long canal plein d'eau soutenue de l'un et l'autre côté par des arrêts artificiels qu'on puisse enlever subitement. Pendant que la partie du fluide qui est la plus voisine de la nouvelle ouverture, sort du canal avec impétuosité, la partie de ce fluide qui en est plus éloignée, accourt avec une vitesse successivement moindre, en sorte que celle qui occupe l'espace le plus distant, ne l'abandonne qu'avec assez de lenteur. Qu'on conçoive donc une immense caverne s'ouvrant tout à coup au-dessous du fond de l'antique mer, et dans le lieu où est maintenant l'Adriatique : le fluide voisin du nouveau gouffre aura dû s'y précipiter avec impétuosité, et produire tout près de là, un courant très-rapide. La vitesse de ce courant aura pu s'étendre jusqu'à Vicence, jusqu'à Vérone, et si l'on veut même un peu plus loin ; mais la

mer qui occupait les sommités des Alpes du Mont-Cenis, du Simplon, etc., n'aura abandonné ces plages qu'avec beaucoup de lenteur, et alors elle n'aura pas été douée de la force nécessaire pour transporter de grandes masses pierreuses, sans compter les obstacles qu'elle aurait eu à vaincre à cause de l'inégalité du sol et des sinuosités des montagnes.

§ 579. De Luc avec quelques autres géologues a supposé une grande explosion (1) qui a pu avoir lieu dans quelque région souterraine

(1) Cette opinion a été récemment reproduite avec quelque modification par M.r De Buch, dans un Mémoire lu à l'Académie royale des sciences de Berlin, et dont on a donné un extrait dans le tom. 7 des *Annales de chimie* par MM.s Biot et Arago, janvier 1818. L'auteur examinant la position dans laquelle se trouvent les blocs de roches primitives sur le Jura, conclud que leur dispersion est due à une sorte de projection violente, et que c'est le résultat d'un seul coup. Son Mémoire est très-intéressant sous un double rapport : d'abord par la réunion des faits relatifs à ce phénomène, faits dont quelques-uns n'avaient pas été observés par les autres naturalistes ; ensuite par les observations lithologiques qui ont conduit l'auteur à indiquer dans la chaîne du Mont-Blanc, les lieux d'où a dû partir la projection. Comme le même phénomène, mais beaucoup plus en grand, se répète dans les plaines du nord de l'Europe, M.r De Buch considère encore ce dernier phénomène comme le résultat d'une révolution du même genre, mais infiniment plus étendue ; et toujours guidé par les observations lithologiques, il pense que ces blocs du Nord peuvent avoir été transportés des montagnes scandinaves, par-dessus la mer Baltique, comme les blocs des Alpes l'ont été par-dessus les plaines et les lacs de la Suisse.

du globe; et que cette explosion fracassant plusieurs parties de la superficie, les lança à des distances plus ou moins grandes. Le phénomène des météorolites qui probablement partent de lieux très-distans de celui où ils parviennent, peut donner quelque vraisemblance à cette idée qui acquiert un plus grand degré de probabilité d'après l'heureuse hypothèse d'Olbers. S'il n'est pas impossible que dans une planète il ne s'opère une explosion d'une telle force que les fragmens de cette planète lancés à des distances énormes dans l'immensité de l'espace, deviennent des corps planétaires, il est bien plus probable d'imaginer une explosion qui ait la force de lancer à quelques milles certaines parties de la superficie terrestre. On peut voir ce qui a été dit dans le chapitre XIX, sur les explosions des corps planétaires ainsi que sur les causes capables de les produire, et combiner tout cela avec les expériences de Volta et de Dalton sur la force élastique des vapeurs. Selon les observations de Wad et de Hausman, les grandes masses de granit éparses dans les plaines entre le Kelsingborg et Fleningen, celles qui couvrent les côtes du Seéland, le Mecklenbourg et la Poméranie, semblent provenir du Smoland, en Suède, au nord de la Scanie, où tout annonce quelque grand bouleversement local qui ne s'est pourtant pas étendu au-delà du nord de l'Europe. Si l'on

réussit à combiner les observations et les faits, de manière à pouvoir acquérir des notions suffisantes sur l'origine de la dispersion des masses granitiques dans le Nord, on aura un moyen de plus pour expliquer les phénomènes du même genre relatifs aux autres parties du globe. L'hypothèse des explosions pourra nous servir à éclaircir quelques circonstances du phénomène, dont on peut cependant rendre raison d'une manière encore plus simple et plus naturelle.

§ 580. La présence des grands blocs granitiques qu'on croit provenir de la Suède maintenant séparée par la Baltique, des contrées où l'on les trouve épars, donna lieu à quelques naturalistes allemands de penser que ces blocs furent transportés par les glaces, et qu'ils ont voyagé par-dessus la mer. Cette idée qui d'abord paroît assez bizarre, a été reproduite depuis peu de temps par MM.[s] Wrede et Hall (Voy. *Bibl. brit.*, tom. 55), et a reçu un nouveau degré de probabilité, des observations et des calculs de M.[r] Venturi que nous avons déjà cité (Voy. Venturi, *Mémoire sur quelques phénomènes géologiques*). Il est certain que le niveau de la mer a été autrefois de 11 à 12 mille pieds plus élevé qu'il ne l'est à présent. Il n'est pas également certain si ce niveau s'est abaissé peu à peu, ou si, comme cela paroît plus probable, il est descendu au point où il est maintenant, par des retraites

rapides et qui se sont répétées plusieurs fois. Quoiqu'il en soit, nous pourrons toujours admettre une époque à laquelle le niveau de la mer était de cinq à six mille pieds plus élevé qu'aujourd'hui: alors dans cette partie des Alpes qui dominait sur les eaux, et où les neiges pouvaient s'arrêter, il y aura eu des glaciers, comme il y en a actuellement. C'est un fait constant que si l'on excepte les montagnes volcaniques sujettes à beaucoup de variations, toutes les autres ont eu autrefois leurs cimes beaucoup plus élevées (Voy. § 361): des blocs de roche, comme cela est toujours arrivé, se seront détachés de ces cimes, et tombant sur les glaciers, s'y seront arrêtés; puis ils auront été ensevelis sous de nouvelles glaces qui se seront formées; et enfin lorsque les masses de glace auront commencé de fondre à leur superficie inférieure contiguë à la terre, elles se seront détachées de la montagne, et déscendant à sa base, elles seront tombées dans la mer. Là, après avoir flotté pendant quelque temps au gré des vagues (1), venant à se liquéfier en partie, elles auront coulé à fond avec leur charge, ou s'adossant contre la cime ou la pente de quelque montagne située à fleur d'eau,

---

(1) Les glaces du Nord, en flottant sur l'eau, parviennent assez souvent jusqu'au 46.e degré de latitude, et quelquefois même s'approchent davantage de l'équateur.

elles y auront déposé les pierres. A l'appui de ce que je viens de dire, j'ajouterai que dans les ouvrages des auteurs qui ont écrit sur les glaciers, on parle de grands amas de pierre qu'on voit au milieu de ces glaciers, et qui quelquefois s'élèvent de 30 à 40 pieds au-dessus de la superficie de la glace. La plus grande difficulté, et peut-être la seule difficulté plausible qu'on puisse faire contre cette hypothèse, c'est celle qu'on déduit du volume qu'il convient de supposer aux glaces pour pouvoir flotter sur l'eau, quoique chargées du poids des pierres dont on veut expliquer le transport; mais Venturi que nous avons déjà cité, et qui a répondu à toutes les autres objections qu'on peut faire, a opposé à celle dont il s'agit ici, le calcul suivant. Selon Saussure, § 523, les glaciers des Alpes ont ordinairement quatre-vingts, et quelquefois plus de cent pieds d'épaisseur, plus de deux milles de largeur, et jusqu'à dix milles de longueur. Comme il se fendent en long et en travers, il n'est pas surprenant qu'ils se divisent en fragmens de deux cents pieds de long et de tout autant de large. Mais prenons un fragment qui soit d'une moindre dimension; ne lui donnons que 140 pieds de longueur, autant de largeur, et soixante d'épaisseur. Parmi les énormes masses de glace qui se précipitent des sommités des Alpes, un fragment pareil à celui que nous imaginons, ne

sera certainement pas un phénomène bien extraordinaire; il présentera un volume de 1,140,000 pieds cubiques. Supposons à présent qu'il renferme dans son sein une masse granitique semblable à la base de la statue de Pierre le grand, laquelle est de 24 pieds cubiques (1), avec autres six mille pieds cubiques de pierres moins grandes. Déduction faite de ces 30 mille pieds cubiques, il restera un volume de 1,140,000 pieds cubiques, qui ne sera formé que de glace. La proportion entre la gravité spécifique de la glace solide, et celle de l'eau douce fondue, est de 8 : 9 ou 18 : 19 (le degré de congélation et la pureté de la glace produisent ces variétés de proportion); et comme l'eau marine est plus pesante que l'eau douce, et que la neige des glaciers (Voy. Saussure, § 525) introduit dans les glaces une grande quantité d'air, nous sommes assurés de ne pas nous tromper en donnant à la glace dont il s'agit ici, un $\frac{1}{12}$ de légèreté spécifique au-dessus de l'eau de la mer. Il restera donc dans la masse supposée, 95 mille pieds cubiques de glace qui flotteront sur l'eau de la mer. Chargeons maintenant cette masse de 30 mille pieds cubiques de pierre dont le poids correspondra à environ 80 mille pieds cubiques de glace; cette même masse aura encore

---

(1) Il est connu que cette grande masse de granit fut trouvée isolée dans un marais très-distant des montagnes.

la force d'environ 15 mille pieds cubiques d'eau gelée pour surnager. Il n'y a donc point de difficulté qui nous empêche d'admettre des fragmens de glace, qui, sans être d'un volume démesuré, puissent flotter sur la mer, et renfermer en même temps dans leur sein, de gros blocs de roche et une grande quantité de pierres.

§ 581. Un autre phénomène qui a beaucoup de rapport avec celui dont nous venons de parler, c'est cette grande quantité de cailloux qu'on trouve isolés dans quelques parties du globe. Ces cailloux dans l'Italie septentrionale forment le fond de la plaine de la Lombardie jusques à une profondeur très-considérable. A Desio, pays situé à dix milles au nord de Milan, M.r Amoretti a observé l'excavation d'un puits dans lequel jusqu'à la profondeur de 90 pieds, on ne voit que des cailloux calcaires, gypseux, de granit, de schiste, de serpentine, etc. En France, la plaine dite *La-Crau*, entre Aix et Arles, en Provence, est très-renommée: cette plaine était encore connue des anciens sous le nom de *Campus lapideus* ou *Campus herculeus*, par allusion à l'opinion fabuleuse que Jupiter, pour la défense d'Hercule, fit tomber en forme de pluie cette immense quantité de pierres sur les fils de Neptune. Lamanon (Voy. *Journal de physique*, tom. 22) a cru que les cailloux de cette contrée ont été transportés et déposés par la

Durance; mais Servières et Guettard en attribuent le transport et la déposition au Rhône. Ces deux opinions ont été rejetées avec raison par Saussure, 1.° parce que les pierres de *La-Crau* sont d'espèces différentes de celles transportées par la Durance et par le Rhône; 2.° parce que ces cailloux ont en général un plus grand volume que ceux qui sont roulés par ces deux flueves: la majeure partie de ces mêmes cailloux sont aussi gros que la tête, et l'on en voit même de plus grands, tandis que, vu la distance où ils se trouvent, ils devraient être plus petits; 3.° parce qu'il n'est pas naturel de penser que la Durance et le Rhône aient pu non-seulement transporter, mais niveler cette immense quantité de cailloux sur la superficie d'une plaine qui a vingt lieues carrées d'étendue. Quelques-uns ont imaginé que ces cailloux proviennent de quelque grande couche de brèches ou de poudingues, dont les pierres arrondies sont restées isolées, soit parce que le ciment qui les unissait, s'est décomposé, soit parce que la couche s'est écroulée (1). Mais cette conjecture ne fait

(1) Lors du désastre arrivé dans le district de Schwitz, en septembre 1806, une couche de poudingue du Rosberg s'écroula. Une grande quantité de pierres parmi lesquelles il y en avait de très-grosses, poussées par leur propre poids, furent transportées avec une force indicible à de grandes distances, traversèrent avec la rapidité de la foudre, une plaine qui a une lieue

qu'éloigner d'un pas la difficulté, puisqu'il restera toujours à expliquer l'origine problématique des cailloux, avant qu'ils ne fussent enveloppés par un ciment et qu'ils ne formassent des couches de brèches.

§ 582. L'opinion commune est que les cailloux arrondis doivent être attribués au cours des fleuves et des torrens, et c'est à cause de cela qu'on leur a donné en général le nom de *pierres roulées*. Mais si l'on réfléchit sur leur immense quantité et sur la vaste étendue des terrains qu'ils recouvrent, on se convaincra qu'il est impossible qu'un fleuve ait pu occuper des extensions si considérables, et déposer partout presque sur un même plan horizontal, des pierres qui sont à peu près de la même forme et de la même grandeur. Quel est le torrent qui a pu arrondir les pierres des Alpes amoncelées sur une étendue de 300 milles carrés du haut Milanais, où tant d'obstacles les auraient empêchées de parvenir? (Voy. le Mémoire de Venturi déjà cité). Souvent la situation des lieux contredit l'existence de vastes fleuves; et il est d'autres cas où le voisinage des montagnes paroît écarter l'idée d'un assez long voyage pour que les pierres, en perdant tous leurs angles, prennent une forme arrondie. Saussure a

---

de largeur, et rejaillirent à plusieurs centaines de pieds de hauteur sur le Rigiberg qui est à l'opposite. Les roches détachées parcoururent presque en un instant l'espace de plus d'une lieue.

décrit les brèches qu'on trouve dans la Valorsina à plus de mille toises de hauteur, et sur la montagne du Bon-Homme à plus de 1200 toises au-dessus du niveau de la mer. Cette position des brèches ne permet pas de supposer qu'elles aient été transportées et déposées par des fleuves ou par des eaux courantes. Il convient donc de chercher une cause moins circonscrite dans sa manière d'agir, plus efficace et mieux assortie aux circonstances des lieux : cette cause est la mer. Tous ceux qui se sont trouvés sur ses bords dans des lieux où la plage maritime est pierreuse, auront vu rouler des cailloux de différentes formes et grandeurs. Outre le roulement occasionné par les courans et par le flux et reflux, les pierres subissent encore un très-grand frottement, parce que chaque vague les poussant en avant ou en arrière de quelques pas, cette action s'étend sur toute la plage, et même sur le fond de la mer dans les endroits où elle n'est pas fort profonde. Que la mer ait autrefois couvert la plaine de la Lombardie, c'est ce qui est démontré par les corps marins fossiles des monts de Brianza, de la colline de S.t Colombano, et des environs du lac de Côme. Il en est de même de la plaine de *La-Crau*, en Provence, qui a incontestablement fait aussi partie du fond de la mer, comme cela est prouvé par la pierre calcaire coquillière de Palissan, près d'Aix, et par le tuf calcaire

pareillement coquillier, et rempli de madrépores blancs, qu'on trouve dans le voisinage d'Arles.

§ 583. Lors donc que la mer battait les flancs des Alpes, une très-grande quantité de fragmens des roches dûrent se détacher journellement de ces montagnes, rouler et descendre au fond des eaux. Qu'à ces fragmens on joigne l'immense quantité de pierres qui furent transportées dans la mer par les glaces, comme nous l'avons dit ci-dessus (1). Toutes ces pierres exposées au mouvement des courans et des flots de la mer, ont été arrondies, transportées à des distances très-considérables, et distribuées avec une sorte d'horizontalité, ainsi que le permettait la configuration du fond. Si Lavoisier (Académie des sciences 1789) a vu à Cherbourg le flux et les vagues de l'Océan rouler des cailloux à 32 pieds de profondeur, renverser et disperser les blocs de roche qu'on y avait entassés pour construire une digue; si sur les côtes de l'île de France, Le Gentil (Voy. *Voyage aux Indes*, tom. 2, pag. 652) a vu la mer tourmenter les cailloux, les soulever et les pousser avec fureur et avec

(1) Saussure dans le § 536 rapporte que les pierres dont l'entassement forme les *moraines* des glaciers, sont pour la plupart arrondies, soit que lorsqu'elles ont roulé du haut des montagnes, leurs angles se soient émoussés, soit que les glaces les aient brisés en les frottant et en les serrant contre leur fond ou contre leurs bords.

un bruit assourdissant; si Saussure (Voy. § 205) a trouvé sur les rives de Catania, des fragmens irréguliers des laves de l'Etna arrondis et réduits presque à la moitié de leur premier volume, qu'on calcule, s'il est possible, l'immense quantité de cailloux que la mer qui a séjourné long-temps sur les Alpes, a dû détacher de ces montagnes, arrondir et disperser. On doit aussi considérer que le seul mouvement des eaux continué pendant long-temps, peut détruire les angles d'une pierre, et lui donner une figure arrondie, comme on le remarque dans les grosses pierres des digues, quoique dans certaines circonstances, elles ne soient exposées qu'à l'action du flux et du reflux de la mer.

Il résulte de tout ce que nous venons de dire que les glaces et le mouvement des eaux de la mer ont été les principales causes qui ont contribué à transporter loin de leur site originaire, les masses erratiques de roches, à leur donner une forme arrondie, et à les distribuer tantôt sur la cime ou sur le dos des montagnes, et tantôt dans des plaines très-étendues. Je sais bien que beaucoup de naturalistes ont recours à des cataclysmes extraordinaires, à d'antiques courans impétueux, à de grands bouleversemens de la superficie terrestre; mais il me semble que le long séjour de la mer déjà démontré par tant d'autres observations aussi sures que judicieuses,

nous suffit pour pouvoir rendre raison du phénomène. Du reste, on ne saurait nier que les torrens et les fleuves, lorsque la pente de leur lit leur communique une certaine vitesse, ne soient capables de mouvoir, transporter, corroder et arrondir les pierres. Dans le Mémoire de Venturi déjà cité plusieurs fois, et dans un autre Mémoire du professeur Catullo sur les montagnes du district de Bellune, on peut voir une longue série de phénomènes produits par les courans d'eau douce : mais il sera toujours facile de distinguer les dépôts de pierres roulées, formés par les fleuves et les torrens, d'avec ceux qui appartiennent à un ordre de choses différent et plus ancien. Comme les torrens et les fleuves dans leur cours ordinaire ne transportent point des roches d'une certaine grosseur, il est nécessaire de recourir à des crues extraordinaires qui n'ont qu'une durée passagère: par conséquent les pierres que ces fleuves et ces torrens ont roulées, ne peuvent point occuper des extensions de plusieurs milles en longueur et en largeur, comme on le voit dans la Lombardie et dans d'autres contrées, et encore moins peuvent-elles former des plaines presque horizontales.

FIN DU VI.[e] LIVRE ET DU SECOND VOLUME.

TABLE DES CHAPITRES

DU SECOND VOLUME.

LIVRE IV.

DES SUBSTANCES PIERREUSES QUI SE SONT CONSOLIDÉES AVEC LA COOPÉRATION DE L'EAU.

LIVRE V.

DES IRRÉGULARITÉS DE LA SUPERFICIE DU GLOBE ET DES DÉPÔTS MÉTALLIQUES, SALINS ET COMBUSTIBLES.

LIVRE VI.

DES CORPS ORGANIQUES FOSSILES.

FIN.

ERRATA.

Page	lig.	*au lieu de*	*lisez*
73	28	sont	son
96	1	CHAPITE	CHAPITRE
408	14	étends	entends
430	24	au	un
539	6	24 pieds	24 mille pieds



